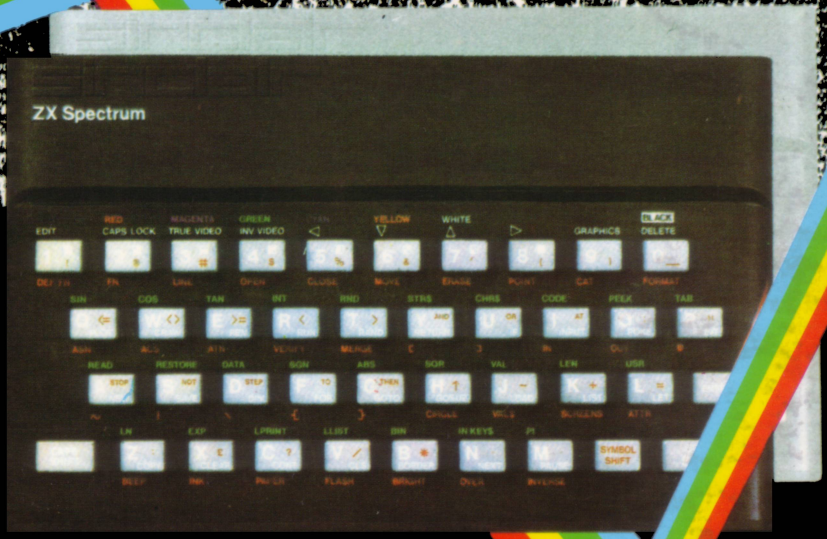
edizioni JCE

SINCLAIR ZX SPECTRUM ASSEMBLER E LINGUAGGIO MACCHINA PER PRINCIPIANTI



di William Tang

SINCLAIR ZX SPECTRUM ASSEMBLER E LINGUAGGIO MACCHINA PER PRINCIPIANTI

di William Tang

Traduzione a cura della JCE

con la consulenza di
Rita Bonelli

Via dei Lavoratori, 124
CINISELLO BALSAMO (MI)

Pubblicato in Inghilterra da:
Melbourne House (Publishers) Ltd.,
Glebe Cottage, Glebe House,
Station Road, Cheddington,
Leighton Buzzard, Bedfordshire, LU7 7NA,
ISBN 0 86161 110 1

Pubblicato in Australia da:
Melbourne House (Australia) Pty. Ltd.,
Suite 4, 75 Palmerston Crescent,
South Melbourne, Victoria, 3205,
National Library of Australia Card Number and
ISBN 0 86759 113 7

Pubblicato negli Stati Uniti d'America da:
Melbourne House Software Inc.,
347 Reedwood Drive,
Nashville NT 37217

Prima edizione: Marzo 1984

Stampato in Italia da:
Gemm Grafica S.r.l.
Via Magretti - Paderno Dugnano (MI)

I N D I C E

PARTE PRIMA: Alla scoperta del linguaggio macchina

PARTE SECONDA: Le istruzioni usate meno frequentemente

PARTE TERZA: Programmazione dello Spectrum

PARTE QUARTA: Programmi monitor

PARTE QUINTA: Il programma FREEWAY FROG

APPENDICI

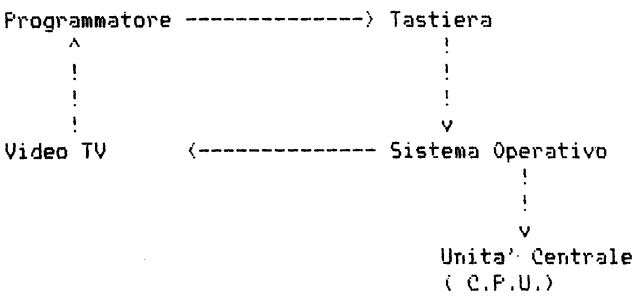
P A R T E P R I M A

ALLA SCOPERTA DEL LINGUAGGIO MACCHINA

INTRODUZIONE

Questo libro e' stato concepito come un'introduzione allo studio del sistema "Sinclair ZX Spectrum" ed alla sua programmazione in linguaggio Assembler e in linguaggio macchina.
Al libro e' allegata una cassetta che contiene i seguenti programmi: due monitor per il caricamento di programmi in linguaggio macchina (ezcode e hexload), l'intero codice oggetto del programma "frog", sviluppato nella terza parte del libro, e le singole routines che lo compongono accompagnate dai rispettivi programmi di prova.

Probabilmente i nostri lettori hanno soltanto un'idea vaga di quello che significa programmare in linguaggio macchina e della differenza esistente tra tale linguaggio e l' Assembler, nonche' delle disparita' tra la programmazione in Assembler e quella in BASIC; pertanto cercheremo di procedere gradatamente,fornendo volta per volta tutte le spiegazioni necessarie.
Partiamo dunque da uno schema che illustra il modo in cui opera il computer e come esso interagisce col programmatore:



Questa figura mostra molto chiaramente che tra il programmatore ed il cervello del calcolatore, detto CPU, esiste una barriera. Il programmatore infatti non e' in grado in genere di dire cosa effettivamente stia facendo la CPU durante l'esecuzione di un programma.
Nei microcomputer la CPU e' costituita da un sistema di circuiti integrati racchiusi in un unico chip. Attualmente i chip piu' utilizzati sono quattro: Z80, 6809, 6502 e 8088, e tra questi il piu' conosciuto e' sicuramente lo Z80. Nei sistemi Sinclair viene utilizzata una versione dello Z80 che garantisce una velocita' maggiore: lo Z80A.

Sono sicuro che non vi meraviglierete nell'apprendere che la CPU non capisce una sola parola di BASIC! Infatti non e' stata progettata per colloquiare direttamente con noi.
Pensandoci su un po' capirete che si incontrerebbero serie difficolta' (ed in taluni casi sarebbe addirittura impossibile) a dare ad un chip, posto in un computer, istruzioni in una forma che mantenga qualche significato anche per l'uomo. Provate ad aprire il vostro Sinclair (se ne avete il coraggio) e date un'occhiata all'interno: sicuramente, tra i vari componenti, riconoscerete il chip Z80A: e' quello posto vicino all'altoparlante. Ovviamente questo chip, posto all'interno del computer, puo' rispondere solo a segnali di tipo elettrico trasmessigli dai componenti circuitali rimanenti!

Che cosa e' il linguaggio macchina?

Il microprocessore Z80 e' stato progettato in modo da poter accettare contemporaneamente i segnali che giungono su otto dei suoi piedini di connessione.
I progettisti dello Z80 hanno inoltre costruito il microprocessore in modo tale che ogni combinazione di segnali giungente sui suoi piedini "istruisca" la CPU per svolgere una diversa funzione.
Pur ricordando che in realta' vengono utilizzati sempre segnali elettrici, per comodita' utilizzeremo una convenzione che ci permetta di rappresentare con dei numeri le configurazioni dei segnali presenti sugli otto piedini. In particolare associeremo a ciascun piedino il valore 1, se su di esso e' presente un segnale, ed il valore 0 in caso contrario.
Un' istruzione per la CPU potrebbe quindi essere rappresentata nel modo seguente:

0 0 1 1 1 1 0 0

E' evidente l'enorme differenza esistente tra istruzioni di questo tipo e le piu' note istruzioni BASIC, come

```
LET A = A + 1
```

Orbene, tutte le istruzioni del linguaggio macchina hanno questa nuova forma. Il nome stesso lo dice: e' un linguaggio per la macchina!

Va inoltre notato che ogni costruttore di microprocessori ha ideato per i propri prodotti un linguaggio "ad hoc" e questo non ne facilita certo lo studio.
A questo punto vi chiederete: - Per quale motivo dobbiamo impegnarci nello studio di un linguaggio cosi' strano, se abbiamo la possibilita' di utilizzare per i nostri programmi dei linguaggi di gran lunga piu' simili a quello umano, quali il BASIC, il COBOL o altri?
La ragione e' molto semplice: l' uso del linguaggio macchina comporta diversi vantaggi di portata non trascurabile, quali:

* MAGGIORE RAPIDITA' D'ESECUZIONE DEL PROGRAMMA
* USO PIU' EFFICIENTE DELLA MEMORIA
* MINOR OCCUPAZIONE DELLA MEMORIA (da parte del programma)
* INDIPENDENZA DAL SISTEMA OPERATIVO

Tutti questi vantaggi derivano dal fatto che le istruzioni del linguaggio macchina sono direttamente interpretabili dalla CPU e non richiedono una preventiva trasformazione.
In realta' anche quando viene mandato in esecuzione un programma BASIC viene eseguito un particolare programma scritto in linguaggio macchina detto sistema operativo.
Questo programma opera logicamente nel seguente modo:

```
Inizio Ciclo    Leggi la prossima istruzione BASIC
                Trasformala in una serie di istruzioni in linguaggio macchina
                Esegui ognuna di queste istruzioni
                Memorizza il risultato, ove richiesto
                Ripeti da Inizio Ciclo
```

Sicuramente vi starete chiedendo dove e' memorizzato questo importante programma. Esso e' gia' posto all'interno del vostro Spectrum, in una particolare area di memoria sulla quale puo' essere effettuata la sola operazione di lettura, il cui contenuto non viene modificato nel tempo. Questo particolare tipo di memoria prende il nome di memoria ROM (Read Only Memory).

L'esecuzione di un programma BASIC puo' richiedere un tempo di 60 volte superiore a quello necessario a eseguire il corrispondente programma scritto direttamente in linguaggio macchina.Questa notevole lentezza e' dovuta sicuramente ai tempi necessari per la traduzione operata ta dal Sistema Operativo, ma anche al fatto che le istruzioni in codice macchina generate in questa fase non sono sempre le piu' efficienti Per fare un paragone banale, la differenza tra un programma scritto in linguaggio macchina dal programmatore e lo stesso, scritto pero' dal sistema operativo, e' simile a quella esistente tra il percorso scelto da un autista privato e quello scelto dal responsabile dei servizi pubblici urbani. Nel primo caso infatti l'autista segue, tra i percorche conosce, quello piu' idoneo; nel secondo caso invece la scelta e' condizionata non solo dalla velocita' ma anche dalla necessita' di soddisfare le esigenze GENERALI di tutti gli utenti possibili.

Il linguaggio macchina, pero', non presenta solo vantaggi.
L'uso di questo tipo di linguaggio infatti

* RENDE I PROGRAMMI PIU' DIFFICILI DA INTERPRETARE E DA CORREGGERE
* LEGA IL PROGRAMMA AL PARTICOLARE SISTEMA USATO
* RENDE ELEVATO IL NUMERO DELLE ISTRUZIONI
* RENDE DIFFICOLTOSI I CALCOLI

La scelta del linguaggio non e' dunque una cosa semplice ed e' sempre legata alla tipologia dei problemi che si intendono affrontare.
Per realizzare ad esempio un programma articolato per applicazioni gestionali (contabilita', analisi finanziaria od altro), converra' usare un linguaggio che faciliti i calcoli e che all'occorrenza permetta di operare velocemente modifiche sul programma.
Se invece si vuol costruire un programma interattivo per un video gioco, che richiede tempi di risposta molto brevi, non converra' scegliere un linguaggio, come il BASIC, che richiede tempi "lunghi" per la esecuzione.
Sulla scelta di un linguaggio possono influire molti fattori: la quantita' di memoria a disposizione,i tempi di risposta richiesti, il tempo disponibile per la stesura del programma, e cosi' via.

Tornando al linguaggio macchina, possiamo riassumere quanto detto finora affermando che esso e' formato da un insieme di istruzioni interpretabili direttamente da parte della CPU, che verranno descritte per convenzione con dei valori numerici.

Che cosa e' il linguaggio Assembler?

Se l'unico modo di rappresentare il codice macchina fosse quello indicato, vi sarebbero ovviamente ben poche persone in grado di scrivere programmi in tale linguaggio. Risulterebbe poi molto difficile dare un senso ad un programma che si presenti all'incirca cosi':

```
0 0 1 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0
. . . .
```

Fortunatamente pero' possiamo inventare dei nomi simbolici da associare a ciascuna di queste istruzioni.

Il linguaggio Assembler e' per l'appunto una simbolizzazione mnemonica del codice macchina piu' facilmente leggibile ed interpretabile.

L' unica vera differenza tra il linguaggio Assembler e quello macchina consiste dunque nella facilita' d'uso e di interpretazione. Questa facilitazione viene pero' pagata a caro prezzo: il linguaggio Assembler infatti, letto piu' facilmente dall'uomo, per contro non puo' essere letto direttamente dalla CPU.
Vi e' comunque un'enorme differenza tra l' Assembler ed il BASIC. Infatti,mentre per quest'ultimo le istruzioni vengono trasformate in una "serie di istruzioni in codice macchina", nel caso dell' Assembler per ogni "istruzione Assembler" esiste una istruzione equivalente in codice macchina e viceversa.
Tra i due linguaggi esiste dunque una corrispondenza UNO A UNO che li rende funzionalmente EQUIVALENTI.

Per rappresentare le istruzioni il linguaggio Assembler utilizza simboli mnemonici (o abbreviazioni). Le istruzioni Assembler si presentano cosi' in forma simile a:

```
INC     HL
```

A prima vista questa scrittura puo' sembrare incomprensibile, ma se pensate che INC rappresenta l'abbreviazione di "incrementa" ed HL il nome di una variabile, e' sufficiente una sola occhiata per interpretare l'istruzione.
La stessa istruzione in codice macchina si sarebbe presentata nel modo seguente:

```
0 0 1 0  0 0 1 1
```

Anche in questo caso ovviamente potete "leggere" l'istruzione,nel senso di riconoscere i numeri in essa rappresentati, ma la sua lettura non vi permette di risalire al significato logico dell' istruzione a meno che non ricorriate ad una tabella di conversione esplicativa o possediate un cervello che ragiona come la CPU di un computer.

Un programma scritto in Assembler puo' comunque essere trasformato facilmente in codice macchina. Tale lavoro puo' essere fatto direttamente da voi o tramite un apposito programma. Un programma di conversione siffatto viene generalmente chiamato ASSEMBLATORE.
Nel nostro caso l'assemblatore puo' essere visto come un programma che esegue il lavoro alquanto noioso di trasformare il vostro programma, scritto in linguaggio Assembler, in una sequenza di istruzioni in codice macchina direttamente interpretabili dallo Spectrum.
A questo punto avrete ormai capito che esiste gia' un Assemblatore per il sistema ZX Spectrum.
Va tuttavia notato che l'occupazione di memoria dell' Assemblatore e' piuttosto elevata (circa 6K) e pertanto il suo utilizzo sui sistemi a 16K risulta piuttosto limitato. Infatti il monitor dello Spectrum occupa circa 7K di memoria e pertanto, dopo aver caricato anche l' assemblatore,rimangono a disposizione dell'utente meno di 4K di memoria, il che equivale a dire che non si possono assemblare programmi il cui codice macchina superi 1/2 K.

L'alternativa al programma assemblatore consiste nell' effettuare da soli la conversione da linguaggio Assembler a codice macchina, usando le tabelle di conversione contenute nell'appendice di questo volume.
Questo lavoro puo' apparire a prima vista frustrante e molto oneroso, ma e' di estrema praticita' e vi fornisce un valido strumento per capire il modo in cui lavora la CPU dello Spectrum.
Per questo vi consigliamo, anche nel caso disponiate di un programma assemblatore, di provare a scrivere in Assembler ed a trasformare manualmente in codice macchina almeno qualche piccolo programma, prima di utilizzare il programma di traduzione automatica.

RIEPILOGO

CPU (Central Processing Unit)

E' l'unita' centrale di elaborazione, e' realizzata in un unico chip e svolge all'interno del computer le funzioni di calcolo e di controllo.

Linguaggio Macchina

E' l' unico linguaggio direttamente interpretabile dalla CPU. Per la CPU dello Spectrum, il microprocessore Z80A, il linguaggio macchina e' formato da meno di 200 istruzioni.

Linguaggio BASIC

E' un linguaggio di programmazione ideato per essere facilmente interpretato dall'uomo. Un'istruzione BASIC non puo' essere eseguita direttamente dalla CPU, ma deve essere prima trasformata in un'opportuna sequenza di istruzioni in codice macchina. Per questo motivo in genere i programmi in BASIC richiedono tempi d' esecuzione piu' alti rispetto ai programmi scritti in linguaggio macchina, ma minor tempo per la loro realizzazione.

Linguaggio Assembler

Puo' essere considerato come una rappresentazione simbolica del codice macchina, piu' facilmente leggibile ed interpretabile. Ad esempio l'istruzione Assembler HALT corrisponde al codice macchina 01110110 .

Assemblatore

E' un programma che trasforma le istruzioni Assembler, leggibili ed interpretabili dall' uomo, nelle istruzioni corrispondenti in linguaggio macchina, interpretabili dalla CPU del vostro computer.

Memoria ROM (Read Only Memory)

E' una particolare memoria destinata a contenere un programma complesso scritto in linguaggio macchina, definito di solito come FIRMWARE. Il nome deriva dal fatto che esso e' stato direttamente inserito nello hardware all'atto della produzione della ROM e pertanto non viene cancellato togliendo tensione al sistema. Nel caso dello Spectrum la ROM e' stata programmata con il codice macchina dello Z80 e contiene un programma scritto appositamente per quel tipo di microprocessore. La ROM dello Spectrum occupa le locazioni ad indirizzo piu' basso e precisamente quelle che vanno da 0 a 16383. Inoltre, contrariamente a quanto accade per le altre memorie non potete cambiare il contenuto delle singole locazioni di una memoria ROM, ma solo leggere cio' che vi e' stato scritto dal costruttore.

CONCETTI BASE PER LA PROGRAMMAZIONE IN LINGUAGGIO MACCHINA

CHE COSA E' LA CPU ?

Per comunicare con il computer dobbiamo conoscere sia il tipo di comandi che puo' accettare, sia il linguaggio che il cervello della macchina (la CPU) capisce.
Infatti solo conoscendo il tipo di informazioni che la CPU sa riconoscere ed interpretare si puo' veramente istruire il computer a svolgere le mansioni piu' disparate, in modo da farlo diventare ad esempio un buon giocatore di scacchi o un esperto contabile.

La CPU non e' un grosso mistero. Si potrebbe ad esempio paragonarla ad un omino solitario che vive all'interno dello Spectrum e non sta mai senza far niente.

E non vi e' niente che gli piaccia di piu' del far calcoli.

Ma questo povero omino non possiede ne' carta ne' penna per prendere appunti nel corso del proprio lavoro. Come puo' dunque operare?

Lo schema della CPU

A questo punto vi aspetterete che vi parliamo della struttura della CPU e del perche' essa sia stata progettata in questo modo. Cominciamo col dire che la CPU e' stata progettata per fare solo cose molto semplici ma molto velocemente.
Inoltre, come abbiamo gia' ricordato, la CPU non e' stata dotata dai progettisti ne' di penna ne' di carta. Essa quindi non puo' ricordare i numeri, e per mantenere traccia di cio' che sta facendo deve pertanto utilizzare dei contenitori esterni, per conservare quei valori che dovra' eventualmente riutilizzare.

Per proseguire ora il nostro discorso facciamo un esempio concreto:
supponiamo di voler far calcolare alla CPU l'ora di New York,conoscendo l'ora attuale di Londra.
Ora,dato che la CPU non conosce nulla, dobbiamo innanzitutto comunicarle l' ora di Londra (ad esempio le ore 10). La CPU pero' non ha a disposizione alcun posto per conservare questa informazione e inoltre non sa neppure cosa avete intenzione di farle fare in seguito. Pertanto si limita a conservare questa informazione in uno degli appositi contenitori (ad esempio nel contenitore numero 1)
Dobbiamo inoltre comunicarle la differenza in ore tra New York e Londra (5 ore), informazione che la CPU mette ad esempio nel contenitore numero 2.
E' arrivato ora il momento di fare i calcoli. La CPU corre ad aprire il contenitore 1,prende il numero in esso contenuto, fa la stessa cosa

con il contenitore 2, esegue l' operazione richiesta e conserva il risultato in un terzo contenitore (ad esempio nel contenitore 3):

10 - 5 = 5

Alla fine di questa corsa troviamo nel contenitore 3 l'ora di New York e cioe' 5.
Tutto questo correre avanti ed indietro tra i contenitori, facendo calcoli aritmetici od altro, sarebbe piuttosto stressante se la CPU fosse costretta ad eseguire i calcoli mentalmente: fortunatamente pero' essa puo' utilizzare, per contare, le dita delle mani e dei piedi, come del resto facciamo anche noi.

Le mani ed i piedi della CPU vengono chiamati REGISTRI.

Come vedremo in seguito, il chip Z80A del vostro Spectrum e' riconoscibile proprio per il numero di mani e di piedi che possiede.

Per illustrare con maggior precisione le operazioni che la CPU esegue nel calcolo dell'ora di New York, chiameremo una mano della CPU " MANO A ". La sequenza di operazioni che ora vi mostriamo e' limitata, per semplicita', solo all'esecuzione del calcolo.

* Rappresenta il valore contenuto nel contenitore 1 sulle dita della mano A;
* Sottrai, contando sulle dita, il valore contenuto nel contenitore 2;
* Guarda ora il valore rimasto sulle dita della mano A e conservalo nel contenitore 3.

Ora, se la CPU funzionasse in tal modo, potremmo giungere alle seguenti conclusioni, alquanto sconcertanti:

1. La CPU sa operare solo con numeri interi, non e' cioe' in grado di riconoscere valori decimali come 11.53.

2. La CPU puo' eseguire solo quei calcoli che prevedono valori rappresentabili sulle dita delle sue mani.

Orbene, anche se puo' sembrare strano, questa e' la realta'!

L'unica consolazione sta nel fatto che la CPU ha tante mani e tanti piedi e che con una mano di 8 dita riesce a rappresentare un valore qualsiasi tra 0 e 255.
Non entreremo qui nei dettagli sul come la CPU riesca a rappresentare ben 256 valori distinti utilizzando solo le 8 dita di una mano, in quanto cio' sara' oggetto di studio nel prossimo capitolo; vogliamo solo sottolineare che cio' rappresenta una grossa potenzialita': basta pensare al fatto che l'uomo, utilizzando le dita di entrambe le mani, sa contare solo fino a 10 ! Per ora quindi ci limiteremo a ricordare che la CPU utilizza ciascuna mano per contare fino a 255 e ciascun

piede, fornito di un numero doppio di dita, per contare fino ad oltre 64000 !

Riprendiamo ora il discorso relativo alle operazioni che la CPU svolge per calcolare l'ora di New York. Finora ci siamo limitati a descrivere in modo informale il processo risolutivo, senza pero' rappresentarlo in un linguaggio interpretabile dalla CPU.

Per farvi avere un primo approccio con la programmazione in linguaggio macchina, utilizziamo ora le istruzioni dell' Assembler simbolico per descrivere formalmente i vari passi compiuti dalla CPU.

```
INIZIALIZZAZIONE:

      LD   (CONTENITORE1), 10   ;metti nel contenitore 1 il valore 10
      LD   (CONTENITORE2),  5   ;metti nel contenitore 2 il valore  5

CALCOLO:

      LD   A, (CONTENITORE1)    ;carica in A il valore  contenuto nel
                                ;nel contenitore 1
      SUB  (CONTENITORE2)       ;sottrai il valore contenuto nel con-
                                ;tenitore 2

MEMORIZZAZIONE DEL RISULTATO:

      LD   (CONTENITORE3), A    ;metti nel  contenitore  3  il valore
                                ; di A
```

Queste istruzioni possono sembrare a prima vista un vero rompicapo, ma dopotutto i simboli mnemonici sono abbreviazioni.
"LD" e' l'abbreviazione del verbo inglese LOAD (carica), per cui la scrittura

```
LD  A,1
```

sta ad indicare che si vuol caricare il valore 1 in A, il che equivale a dire che si conta fino ad "uno" sulle dita della mano A.

Le parentesi invece servono per specificare l' oggetto su cui si deve operare e distinguerlo dal suo contenitore.

QUANDO VENGONO UTILIZZATE LE PARENTESI, CIO' CHE IN ESSE E' CONTENUTO RAPPRESENTA IL NOME O L'INDIRIZZO DEL CONTENITORE, E NON IL DATO DA ELABORARE.

Ricordare questa convenzione non dovrebbe risultarvi difficile, dato che le parentesi richiamano anche visivamente il concetto di contenitore.
Cosi', nell' esecuzione del nostro programma il valore 10 viene posto

nel contenitore di nome "SCATOLA1", il valore 5 nel contenitore di nome "SCATOLA2", ... ed il risultato finale 5 viene caricato nel contenitore di nome "SCATOLA3".
Tutto cio' e' concettualmente molto semplice e sono sicuro che non avrete neppure difficolta' a capire che mentre nel corso di questi calcoli la mano A e' stata utilizzata per rappresentare le ore, un istante dopo le dita della stessa mano potrebbero essere usate per rappresentare il numero di impiegati di una ditta, e poco dopo ancora il numero di monete che avete in tasca.
Se avete avuto occasione di realizzare programmi in BASIC, sicuramente questo discorso vi richiamera' alla mente il concetto di variabile.
Fate pero' attenzione: vi e' molta differenza tra le variabili BASIC e le dita delle mani della CPU. Infatti la CPU usa in genere le mani solo per contare.

UNA DELLE GROSSE DIFFERENZE ESISTENTI TRA LA PROGRAMMAZIONE IN BASIC E QUELLA IN LINGUAGGIO MACCHINA CONSISTE PROPRIO NEL MODO DI TRATTARE VARIABILI.

A questo punto vi potrebbe venire pero' il dubbio che i contenitori da noi utilizzati precedentemente possano invece essere paragonati, dando loro un nome, alle variabili di tipo BASIC.
Il ragionamento di per se' e' corretto, ma attenzione: neppure queste sono variabili vere e proprie. Infatti i contenitori possono essere utili per realizzare la funzione tipica delle variabili BASIC, ma dovete sempre ricordare che non sono altro che delle locazioni di memoria utilizzate in quel momento per un particolare scopo.
Ad esempio, il modo di rappresentare i valori negativi e' diverso da da quello solito, come vedremo meglio in seguito.

E se la CPU finisce le mani?

Voglio premettere che se per caso vi capitasse di incontrare una CPU per strada la trovereste un tipo alquanto strano.
Essa infatti e' dotata di otto mani con otto dita ciascuna e di due piedi forniti di sedici dita: ma, ciononostante, vedeste come si muove con estrema agilita'!

Disporre di un numero cosi' elevato di arti facilita sicuramente la CPU nell'esecuzione dei calcoli; ciononostante puo' capitare ugualmente che, nel corso di un calcolo, essa si trovi con un numero insufficiente di mani oppure che il programmatore chieda di sospendere temporaneamente l' esecuzione di un programma per far eseguire alla CPU qualcos'altro di piu' urgente.
In entrambi i casi la CPU si trova nella necessita' di conservare il contenuto delle mani e dei piedi per poterlo riutilizzare in seguito, ma non puo' usare a questo scopo i contenitori perche' in tal caso dovrebbe comunque utilizzare alcune mani per ricordarsi in quale scatola ha posto le informazioni.

La CPU Z80 aggira l'ostacolo utilizzando uno "stack", paragonabile a quegli spilloni, spesso presenti sulle scrivanie, in cui vengono infilati appunti, bollette, fatture, ecc.. Sono sicuro che anche voi avrete talvolta utilizzato o visto utilizzare questi oggetti, in cui i vari fogli vengono disposti uno sopra l'altro. Essi risultano di estrema praticita' quando i fogli vengono poi consultati dall' alto verso il basso, ma pensate quale complicazione comporterebbe la ricerca e l'estrazione di un foglio posto in posizione intermedia. In tal caso, infatti, per non rompere i vari fogli sovrastanti quello desiderato sarebbe necessario sfilarli tutti.
Un simile strumento risulta comunque comodo per la CPU, che riutilizza sempre le informazioni contenute sui foglietti nell'ordine inverso a quello in cui sono state memorizzate.
Infatti un'interruzione genera una sospensione dell'attivita' della CPU la quale provvede a porre, uno per uno, i valori rappresentati sulle mani nello "stack" e, terminata la causa dell'interruzione, li preleva nell'ordine inverso, ripristinando sulle dita delle mani la situazione precedente.
In termini informatici chiameremo pila o STACK il supporto di memorizzazione, PUSH l'operazione necessaria per aggiungere un elemento in cima alla pila e POP l'operazione che consente invece di estrarre dalla pila l'elemento di testa.
Ovviamente lo "stack" puo' essere usato per memorizzare svariati tipi di informazione: ad esempio, durante un calcolo complesso la CPU puo' "salvare nello stack" alcuni risultati intermedi per riutilizzarli poi in seguito. In questo caso, per ciascun dato da salvare occorrera' fare un'operazione di PUSH, mentre bisognera' eseguire un'operazione di POP per poterlo riutilizzare in seguito.
Per ragioni note solo ai suoi progettisti, la CPU Z80 utilizza uno "stack" capovolto, attaccato al soffitto anziche' essere posto sulla scrivania. La pila si sviluppa pertanto dall'alto al basso ed i dati vengono quindi inseriti nello spillone dal di sotto.
L'uso dello "stack" come strumento di memorizzazione temporanea di informazioni porta alla CPU un notevole vantaggio in quanto non e' piu' costretta a ricordarsi gli indirizzi dei contenitori in cui le stesse vengono conservate.
Per recuperare le informazioni e' sufficiente infatti prelevarle dalla testa della pila.
Naturalmente e' necessario avere un piccolo segnalatore che identifichi il numero di elementi memorizzati nella pila oppure l'elemento di testa della stessa, per assicurare un controllo sulle operazioni di PUSH e POP.

Che cosa puo' fare la CPU?

E' possibile a questo punto definire il tipo di operazioni che i progettisti hanno previsto per la CPU Z80.

Osserviamo innanzitutto che, poiche' la CPU utilizza per i propri cal-

coli le dita delle mani e dei piedi, essa puo' operare solo con due tipi di dati:

* quelli rappresentabili con otto dita
* quelli rappresentabili con sedici dita

Anche se la cosa puo' sembrarvi strana, la CPU puo' operare soltanto con valori che stiano su una o tutt'al piu' su due mani!

Anche le operazioni che essa e' in grado di fare sono molto limitate. La CPU sa solo:

* rappresentare valori su di una mano
* rappresentare valori su due mani
* eseguire addizioni, sottrazioni, incrementi e decrementi su valori rappresentabili su di una mano
  eseguire addizioni, sottrazioni, incrementi e decrementi su valori rappresentabili su due mani
* eseguire particolari operazioni, di cui parleremo diffusamente in seguito, su valori rappresentabili su di una mano
* saltare a richiesta da un punto all'altro del programma
* cercare di comunicare o ricevere dall'esterno valori rappresentabili su una sola mano.

Sono sicuro che questo insieme di istruzioni vi sembrera' molto limitato e che stenterete a credere che possa essere sufficiente per insegnare alla CPU a giocare a scacchi oppure a calcolare il vostro stipendio. Notiamo a tale proposito che tra le istruzioni elencate non esiste neppure la moltiplicazione. Cio' significa che in linguaggio macchina anche per eseguire una moltiplicazione tra due numeri occorre costruire un programma vero e proprio.

Questo e' il motivo per cui, scrivendo un programma in linguaggio macchina si procede molto piu' lentamente che con il BASIC, in quanto si puo' fare solo un piccolissimo passo per volta.

RIEPILOGO

Registri

La CPU utilizza per i suoi calcoli un certo numero di registri. Tra questi 8 vengono considerati come delle mani e 2 come dei piedi. Ciascuna mano della CPU ha 8 dita mentre ciascun piede ne ha 16.

Locazioni di memoria

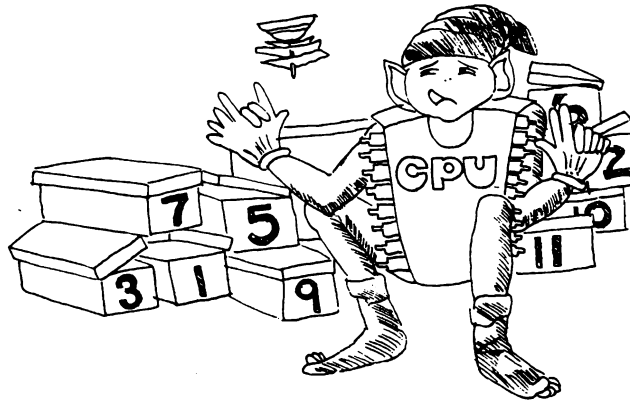
La CPU e' in grado di trasferire informazioni da una mano all'altra, da una mano alla memoria e viceversa. Spetta al programmatore definire di volta in volta la specifica locazione di memoria interessata al trasferimento dell'informazione.

Lo stack

La CPU utilizza lo stack per memorizzare temporaneamente informazioni. L'informazione viene trasferita nello stack mediante un'operazione di PUSH e viene poi prelevata dallo stesso mediante un'operazione di POP.

Set di istruzioni

L'insieme delle operazioni che la CPU e' abilitata ad eseguire e' molto limitato e comprende solo le piu' elementari operazioni aritmetiche ed il trasferimento di dati. Tutti i programmi in liguaggio macchina vengono scritti utilizzando solo queste istruzioni.



L'ARITMETICA DEL CALCOLATORE

Abbiamo gia' detto che la CPU riesce a contare fino a 255 utilizzando solo otto dita. Ma questo come e' possibile, visto che noi possiamo contare solo fino a 10, utilizzando dieci dita?
Non succede sicuramente perche' il computer e' piu' intelligente di noi (e non lo e' davvero), ma per il fatto che la CPU sa organizzare meglio le informazioni: non c'e' infatti alcun motivo per cui, alzando il dito indice si debba rappresentare lo stesso valore (uno) di quando si alza il mignolo.
E' indubbio infatti che, volendo, si possono rappresentare in tal modo due valori diversi: e' un po' come dire che il numero 001 e' diverso da 100. La pura verita' e' dunque che l'uomo non usa nel modo piu' efficiente le dita che ha a disposizione per contare.

La CPU sa trarre valide informazioni non soltanto dal numero di dita alzate, ma anche dalla loro posizione.

Operando in questo modo e' possibile, ad esempio, contare fino a 4 usando solo due dita:

00 = 0 Abbiamo utilizzato il simbolo 0 per le dita abbassate

01 = 1 ed il simbolo 1 per quelle alzate

10 = 2 Abbiamo usato ancora un dito, ma diverso dal precedente

11 = 3 Abbiamo utilizzato la configurazione con entrambe le dita alzate per rappresentare il valore 3.

Naturalmente, avremmo anche potuto scegliere una rappresentazione diversa per i quattro valori.
Osserviamo comunque che vi e' una stretta relazione tra la rappresentazione da noi scelta e la Rappresentazione Binaria. Le dita della CPU non sono altro che porzioni di memoria e sono state costruite in modo che possano assumere due soli stati: "on" e "off" (o, come si e' soliti dire, 1 e 0).

Se ora aggiungete un terzo dito nel nostro esempio, vi accorgerete che potete rappresentare tutti i valori da 0 a 7. Tre dita soltanto per tutti i numeri da 0 a 7!
E con quattro dita si possono addirittura rappresentare tutti i numeri da 0 a 15 ! Se non ci credete, provate a scrivere per esercizio tutte le configurazioni che si possono ottenere con quattro dita, codificando con 0 il dito abbassato e con 1 il dito alzato.

Per semplificare questo tipo di notazione ed evitare la confusione che potrebbe nascere rappresentando numeri di due cifre, adotteremo parti-

colari simboli per indicare i valori compresi tra 10 e 15. Seguendo una convenzione ormai universalmente accettata, utilizzeremo le lettere latine maiuscole da A ad F per rappresentare, come gia' detto, i numeri da 10 a 15.

Decimale	10 =	A
	11 =	B
	12 =	C
	13 =	D
	14 =	E
	15 =	F

I valori decimali compresi tra 0 e 15, seguendo questa convenzione, vengono quindi rappresentati come segue:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Semplice, no?

Questo modo di rappresentare i numeri prende il nome di NOTAZIONE ESADECIMALE.

Per evitare confusione, molti pospongono al numero esadecimale la lettera "H": ad esempio 10H. La lettera "H" non rappresenta comunque alcun valore, ma serve solo ad indicare che il numero si deve intendere espresso in forma esadecimale.

L'uso della notazione esadecimale presenta notevoli vantaggi nella programmazione in linguaggio macchina in quanto:

1. E' piu' facilmente convertibile nella corrispondente forma binaria, che evidenzia il modo in cui vengono utilizzati i singoli bit (o dita).
2. Fornisce un ottimo strumento per distinguere i valori rappresentabili su di una mano da quelli rappresentabili su due; vale a dire che permette di distinguere i valori a 8 bit da quelli a 16 bit.
3. Permette di rappresentare agevolmente numeri esadecimali di due sole cifre e il calcolatore lavora solo su quelli.
4. E' una notazione standard che ritroverete spesso leggendo libri o manuali di informatica.
5. Poiche' la CPU e' stata costruita in modo da elaborare solo informazioni rappresentabili con numeri binari, che sono di difficile lettura per l'uomo, la notazione esadecimale ci fornisce una rappresentazione sicuramente piu' leggibile.

Questa comunque e' solo una convenzione e non una regola sacra.

Il sistema di numerazione esadecimale permette di rappresentare i numeri da 0 a 15 utilizzando solo 4 bit. Ciascuna locazione di memoria

(formata da 8 bit) e ciascun registro a 8 bit puo' essere allora descritto utilizzando due blocchi di 4 bit ciascuno, allo stesso modo in cui vengono usate due mani di cinque dita ciascuna per contare fino a dieci.

LA RAGIONE CHE CI HA INDOTTO AD ACCENTRARE L' ATTENZIONE SULLE MEMORIE E SUI REGISTRI A 8 BIT RISIEDE NEL FATTO CHE LO SPECTRUM LI HA PROPRIO DI QUESTO TIPO.

Tutte le locazioni di memoria e la maggior parte dei registri dello Spectrum sono infatti formati da 8 bit. Cio' non dovrebbe generare alcuna sorpresa: e' come dire che tutti gli uomini hanno cinque dita per ogni mano.
A questo punto, prima di proseguire, vi proponiamo alcuni esempi che vi consentiranno di familiarizzarvi con questo nuovo modo di contare (due asterischi vicini significano "elevato a").

```
1 1 1 1 = 2**3 + 2**2 + 2**1 + 2**0
        = 8 + 4 + 2 + 1
        = 15 (notazione decimale)
        = F  (notazione esadecimale)
```

Per coloro che non hanno molta dimestichezza con la matematica specifichiamo che, spostandosi da destra a sinistra, il valore rappresentato dal singolo dito viene di volta in volta moltiplicato per 2. Se numeriamo le dita come illustrato nella figura seguente:

possiamo dire che il valore di ciascun dito e' dato dalla potenza ennesima di 2, dove n indica il numero assegnato al dito stesso.
Per semplicita' ci riferiremo ad una mano di 4 dita con il termine manina per distinguerla dalla mano reale, formata da 8 dita.

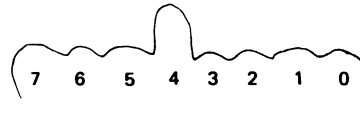
Esercizio

Trovare il valore esadecimale ed il valore decimale corrispondenti alle seguenti configurazioni di bit (o di dita):

	Decimale	Esadecimale
0010		
0110		
1001		
1010		
1100		

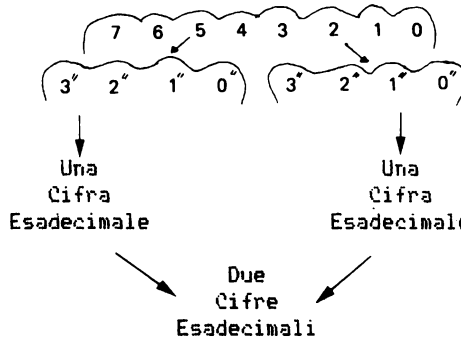
E' molto importante, per andare avanti, che abbiate ben chiari questi concetti e che sappiate usare con una certa disinvoltura la notazione esadecimale. Percio' vi consigliamo, nel caso aveste ancora dei dubbi, di rileggervi le pagine precedenti e di meditarci sopra prima di proseguire.

Esaminiamo ora il caso in cui il numero decimale da rappresentare sia maggiore di 15. Vogliamo provare con 16? Per rappresentare questo valore dobbiamo utilizzare un nuovo dito posto sulla sinistra dei primi quattro:



= 16 decimale = 10H esadecimale

Abbiamo utilizzato la notazione esadecimale 10H in quanto abbiamo pensato la mano suddivisa in " due manine di 4 dita ciascuna ". Abbiamo cioe' associato una cifra esadecimale (0-9 & A-F) a ciascuna manina con quattro dita.



La "manina" di sinistra serve a rappresentare valori 16 volte maggiori rispetto a quelli rappresentati su quella di destra. Si opera quindi piu' o meno nello stesso modo in cui si operava con la notazione decimale: la colonna delle "decine" rappresentava valori 10 volte maggiori

di quelli della colonna delle "unita'".

L'esempio mostra l'operazione logica che viene eseguita per passare dalla notazione decimale al suo valore reale:

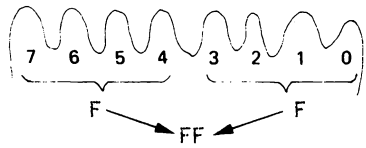
15 = (1*10) + 5

Solitamente questa operazione e' talmente automatica che non ci accorgiamo neppure di farla.

Utilizzando la notazione esadecimale dobbiamo operare esattamente nello stesso modo. Infatti per convertire un numero esadecimale di due cifre nel corrispondente valore decimale e' sufficiente moltiplicare la prima cifra per 16, come mostra l'esempio seguente:

```
10H = (1*16) + 0
    = 16 decimale
```

Utilizzando mani di 8 dita possiamo allora rappresentare tutti i valori da 0 a 255. Il valore piu' grande rappresentabile e' infatti:




```
FFH = (F*16) + F
    = (15*16) + 15 (in decimale)
    = 255 decimale
```

mentre il valore piu' piccolo e':

```
00H =  0 decimale
```

Notiamo ancora una volta che tutti questi valori, dal maggiore al minore, vengono rappresentati usando sempre due e solo due cifre esadecimali.
Provate ora, per esercizio, a rappresentare sia in notazione esadecimale, sia in notazione decimale tutte le combinazioni di 8 cifre binarie (dita).
Questo esercizio, pur essendo molto simile al precedente, vi risultera' utilissimo per la comprensione degli argomenti successivi.

Osserviamo infine che, utilizzando la notazione esadecimale, cambia anche il modo di contare. Infatti contando in decimale o in esadecimale si ha:

Decimale: 26 27 28 29 30 ...

Esadecimale: 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D
2E 2F 30 ...

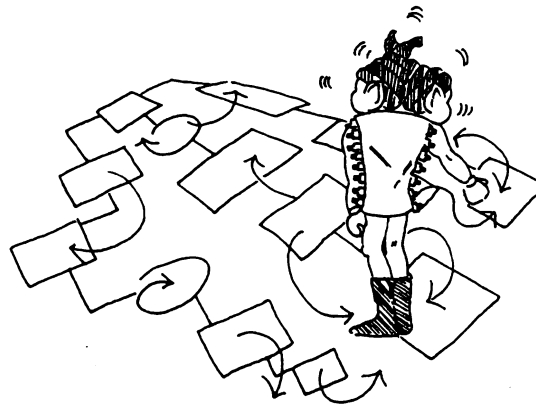
Come potete voi stessi constatare, la serie di valori nelle due rappresentazioni e' totalmente diversa. Nella notazione esadecimale il successivo di 29 e' 2A ed il 30 compare solo cinque posti dopo!

```
  100 REM conversione da decimale
  110 REM a esadecimale
  120 PRINT "inserite un numero i
n formato   decimale": INPUT n:
PRINT n
  130 LET s$=""
  140 LET n2=INT (n/16): LET n1=I
NT (n-n2*16)
  150 LET s$=CHR$ ((n1<=9)*(n1+48
)+(n1>9)*(55+n1))+s$
  160 IF n2=0 THEN PRINT "esadeci
male = 0";s$;"H": FOR i=1 TO 200
: NEXT i: RUN
  170 LET n=n2: GO TO 140
```

Per concludere, vi presentiamo un programma BASIC, facilmente utilizzabile sul vostro Spectrum, che permette di convertire un valore decimale nella corrispondente notazione esadecimale. Il listato di questo programma, come tutti quelli degli altri programmi Basic presentati nel libro e' stato ottenuto con una stampante SEIKOSHA GP-50S.

Provate ora a convertire manualmente i seguenti numeri nel corrispondente valore esadecimale, usando poi il programma BASIC per controllare i risultati ottenuti:

a. 16484 indirizzo di partenza del "display file" dello Spectrum
b. 22528 indirizzo di partenza del "file degli attributi" dello Spectrum
c. 15360 indirizzo di partenza del "character set" dello Spectrum
d. 15616 indirizzo di partenza dei caratteri ASCII nello Spectrum



RIEPILOGO

Decimale

La notazione decimale e' una convenzione che permette di contare utilizzando gruppi di 10 unita' per volta. Le unita' sono rappresentate con le cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9.

Esadecimale

La notazione esadecimale e' una convenzione che permette di contare utilizzando gruppi di 16 unita' per volta. Le unita' sono rappresentate dalle cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, ed F.
Spesso in coda ad un numero esadecimale viene aggiunta la lettera H per ricordare che stiamo usando questo formato (ad esempio 1800H).

Locazioni di memoria a 8 bit

Il sistema ZX Spectrum e' stato costruito in modo tale che ciascuna locazione di memoria sia formata da 8 bit ("dita"). Una locazione di memoria puo' dunque contenere valori compresi tra 0 e 255. Il valore contenuto in memoria per convenzione e' indicato con la notazione esadecimale utilizzando sempre due cifre.

COME VENGONO RAPPRESENTATE LE INFORMAZIONI

Vi e' un'enorme differenza tra i modi di rappresentare le informazioni dell'uomo e del computer. Un'informazione, per l'uomo, e' per lo piu' composta da numeri e lettere (informazione alfanumerica) mentre in un computer tutte le informazioni sono rappresentate da gruppi di bit. La parola bit deriva dalla fusione delle parole inglesi Binary digIT (cifra binaria); nel microprocessore Z80A questi bit sono organizzati in gruppi di 8, ciascuno dei quali viene denominato BYTE.

Questo modo di rappresentare le informazioni tramite cifre binarie viene definito FORMATO BINARIO e rappresenta la struttura portante dei linguaggi utilizzati dallo Z80 e dagli altri microprocessori.

Fondamentalmente si possono riconoscere due categorie di informazioni rappresentate all'interno di un calcolatore: le ISTRUZIONI ed i DATI. Le prime rappresentano il programma che deve essere eseguito. I dati invece rappresentano gli "oggetti" su cui il programma deve operare.

In particolare, questi ultimi possono essere valori numerici o stringhe di caratteri. Vediamo ora in dettaglio come possono essere rappresentati nel computer i PROGRAMMI, i NUMERI ed i CARATTERI.

Rappresentazione di programmi

Un programma e' una sequenza di istruzioni che la CPU deve eseguire per compiere un certo lavoro, e che puo' essere logicamente suddivisa in piu' parti dette sottoprogrammi.

Nello Z80 tutte le istruzioni sono rappresentate usando uno o piu' bytes. Le istruzioni vengono anche definite tenendo conto del numero di bytes necessari per rappresentarle: si hanno cosi' istruzioni ad 8 bit, a 16 bit e cosi' via.

Poiche' lo Z80 e' un microprocessore ad 8 bit, esso puo' operare solo su un byte per volta. Pertanto, quando un'istruzione ne prevede piu' di uno, i singoli bytes dovranno essere prelevati dalla memoria in tempi successivi. Per questo motivo le istruzioni ad 8 bit richiedono generalmente per l'esecuzione tempi inferiori rispetto alle altre. E' evidente quindi che, scrivendo un programma in linguaggio macchina, sara' buona norma utilizzare il maggior numero possibile di istruzioni ad 8 bit.

Nell'appendice del presente volume potrete trovare l'elenco completo delle istruzioni, suddivise in istruzioni ad un byte ed istruzioni a piu' bytes. Non preoccupatevi comunque eccessivamente, se non avete capito questa sottile differenza, dato che tutte le istruzioni dello Z80 verranno spiegate dettagliatamente in seguito.

Rappresentazione di dati numerici

* Dati di tipo intero

Abbiamo gia' parlato diffusamente del motivo per cui la CPU non e' in grado di operare direttamente su valori decimali del tipo 11.53, ma sa utilizzare solo numeri interi. Non solo; abbiamo anche detto che, dovendo utilizzare mani di 8 dita (vale a dire 8 bit) per contare,la CPU puo' lavorare solamente con valori compresi tra 0 e 255.
Ad esempio il valore decimale 255, che in notazione esadecimale diventa FFH, verra' rappresentato all'interno del calcolatore nella sua configurazione binaria 1 1 1 1 1 1 1 1.

Ma allora non vi e' alcun modo per rappresentare valori negativi?

* Rappresentazione di numeri interi negativi

Ricordiamo che un byte e' una mano con 8 dita e che ogni valore viene rappresentato alzando opportunamente alcune di esse.

Ovviamente, se vogliamo rappresentare in notazione binaria dei valori interi negativi dobbiamo trovare il modo di distinguere tra loro i numeri negativi e quelli positivi. Adotteremo la seguente convenzione per rappresentare i numeri con segno:

> UN NUMERO SULLA MANO DELLA CPU VIENE CONSIDERATO NEGATIVO SE E' ALZATO IL DITO PIU' A SINISTRA
>
> (in termini informatici, se il bit piu' alto, bit numero 7, e' 1)

Seguendo pero' questa convenzione rimangono solo sette dita (bit) per rappresentare il valore del numero e pertanto il numero piu' alto che potra' essere rappresentato non sara' piu' 255. Infatti meta' dei numeri rappresentabili su di una mano (byte) sara' negativa e l'altra meta' positiva. Il segno dipendera' dalla posizione del dito piu' a sinistra (alzato o abbassato).

Il nuovo insieme di variabilita' sara' dunque da -128 a +127. Notiamo a tale proposito che il totale dei numeri rappresentabili rimane ancora 256.

A questo punto pero' sorge un piccolo problema: quando su una mano il dito piu' a sinistra (pollice) e' alzato, come si puo' sapere se il numero rappresentato e' negativo oppure se e' un numero positivo maggiore di 128?

La risposta e' molto semplice: scegliete quello che preferite. Il cam-

po di variabilita' puo' essere scelto indifferentemente tra 0 e 255 o tra -128 e +127; pero' non possono essere utilizzati entrambi contemporaneamente. Spettera' al programmatore, e cioe' a voi, decidere quale convenzione adottare in un particolare momento.

Nella scelta di un'opportuna rappresentazione per i valori negativi bisogna pero' tener conto ora di un fatto estremamente importante: tutte le istruzioni devono operare correttamente sia nel caso in cui il programmatore scelga di rappresentare in memoria e nei registri solo valori positivi, sia nel caso in cui la scelta cada invece su numeri relativi.

* Scelta di un'opportuna rappresentazione per i valori negativi

Abbiamo gia' stabilito che un numero negativo sara' caratterizzato da una rappresentazione con il pollice alzato. Ma questo e' sufficiente per scegliere la rappresentazione stessa?
No, perche' non abbiamo ancora deciso quale tra le 128 possibili configurazioni delle sette dita rimanenti verra' utilizzata per rappresentare -1, quale per -2, e cosi' via.
La scelta della rappresentazione deve garantire che, addizionando due numeri opposti, il risultato dia zero. Proviamo per esercizio a cercare la configurazione idonea per il valore -1. Essa dovra' essere un numero binario (con il primo bit uguale ad 1) che addizionato ad 1 dia come risultato zero.

```
0 0 0 0  0 0 0 1                                0 0 0 0  0 0 0 1
1 ? ? ?  ? ? ? ?  potrebbe essere questo?=)     1 0 0 0  0 0 0 1
---------------                                 ---------------
0 0 0 0  0 0 0 0                                1 0 0 0  0 0 1 0
```

Osserviamo che, utilizzando per -1 la stessa configurazione (sugli ultimi sette bit) di +1, si giunge ad un risultato errato in quanto la loro somma non da' zero! Come e' possibile allora trovare due numeri binari diversi da zero, la cui somma dia zero? Il secondo numero, ovvimente, deve essere scelto in modo che converta in zero tutti i bit facendo di volta in volta i riporti.
Attenendovi a questo criterio potreste cercare da soli la configurazione idonea per -1. Vi accorgereste cosi' che l'unica configurazione che raggiunge lo scopo e' la seguente:

```
1 1 1 1  1 1 1 1    (FFH in esadecimale)
```

Infatti:

```
                0 0 0 0  0 0 0 1
                1 1 1 1  1 1 1 1
                ---------------
(riporto) (---  0 0 0 0  0 0 0 0
```

Ora ci si potrebbe chiedere: esiste una regola generale che permetta di individuare velocemente la configurazione idonea per i valori negativi oppure ogni volta occorre fare questa laboriosa ricerca? La regola effettivamente esiste: basta prendere la configurazione binaria del corrispondente numero positivo, trasformare gli 0 in 1 e viceversa, ed aggiungere al risultato 1.
Applichiamo questa regola per trovare, ad esempio, la configurazione di -3.

```
3=              0 0 0 0  0 0 1 1
scambio         1 1 1 1  1 1 0 0
aggiungo 1 =>   1 1 1 1  1 1 0 1        (FDH)
```

Verifichiamo che la somma tra questo numero e 3 dia zero:

```
                0 0 0 0  0 0 1 1
                1 1 1 1  1 1 0 1
                ---------------
(riporto) (--   0 0 0 0  0 0 0 0
```

Osserviamo che, operando in questo modo, si ottengono le seguenti configurazioni per i numeri negativi:

```
- 1 =>   FF
- 2 =>   FE
- 3 =>   FD   e cosi' via.
```

Il piu' grande numero positivo e'

```
0 1 1 1  1 1 1 1  =  7FH  =>  127 Decimale
```

ed il corrispondente negativo e'

```
1 0 0 0  0 0 0 1  =  81H  => -127 Decimale
```

Questa regola di conversione ha carattere generale e puo' essere utilizzata indifferentemente per passare da valori positivi a valori negativi o viceversa.

Proviamo ad esempio ad applicarla per passare da -3 a 3:

```
Numero          1 1 1 1  1 1 0 1
Opposto         0 0 0 0  0 0 1 0
+1              0 0 0 0  0 0 1 1        => 3
```

Abbiamo dunque trovato un modo corretto per rappresentare i valori negativi e una regola pratica che pone in corrispondenza i valori opposti.

Numeri negativi a 16 bit

Ragionando in modo analogo, possiamo trovare un'opportuna rappresenta-

zione per i valori negativi a 16 bit, quelli rappresentabili cioe' su due mani. Logicamente, in questo caso per la determinazione del segno verra' utilizzato soltanto il pollice della prima mano (il bit numero 7 del byte "alto").

Convenzione:

Questo modo di rappresentare i valori negativi viene definito in termini informatici notazione in COMPLEMENTO A DUE. Nell'Appendice troverete la tabella di conversione per i valori decimali negativi.

Ricordiamo ancora che questa e' soltanto una convenzione! Di volta in volta, a seconda delle necessita', sarete voi a decidere se i numeri adoperati saranno compresi tra 0 e 255 oppure tra -128 e +127.

Esercizi
---

a) se 127 (0 1 1 1 1 1 1 1) e' il piu' grande numero positivo rappresentabile con questa convenzione, quale e' la rappresentazione di -128?

b) Trovare l'intervallo di variabilita' per i numeri formati da 16 bit.

c) Dopo aver individuato il valore decimale negativo corrispondente a 8000H, trovarne il complemento a 2.

Rappresentazione di dati alfanumerici

Puo' sorgere a volte la necessita' di rappresentare in linguaggio macchina delle informazioni, che non sono ne' istruzioni ne' tantomeno dati numerici, su cui operare. Ad esempio, puo' capitare di dover memorizzare in codice binario i caratteri che compongono il titolo del nostro programma: "IL MIGLIOR PROGRAMMA DEL MONDO".

Per rappresentare i dati alfanumerici adotteremo una convenzione semplicissima: ogni carattere verra' rappresentato in un byte, cioe' con una configurazione di otto bit.

Per rappresentare caratteri nel computer vengono utilizzati due codici standard: il codice ASCII ed il codice EBCDIC.
Il codice ASCII (American Standard Code for Information Interchange) rappresenta ormai uno standard a livello mondiale per i sistemi a microprocessore, mentre il codice EBCDIC e' una particolare elaborazione del precedente,utilizzata quasi esclusivamente sui computer della IBM.

Nello ZX Spectrum, i codici dei caratteri alfanumerici sono conformi al codice ASCII standard, fatta eccezione per i simboli di Lira sterlina (61H) e di copyright (7FH). Nell' Appendice C e' rappresentata la tabella completa dei codici ASCII utilizzati nello Spectrum.
Provate a dare allo Spectrum il comando: PRINT CHR$ 33 e vedrete comparire sullo schermo un punto esclamativo. Il carattere "!" e' infatti rappresentato nel computer dal codice esadecimale 21H.

ATTENZIONE : Abbiamo appena visto che una mano della CPU puo' essere utilizzata indifferentemente per rappresentare svariati tipi di informazioni. Il contenuto di una mano puo' essere infatti:

- un'istruzione per la CPU
- un numero compreso tra 0 e 255
- un numero compreso tra -128 e +127
- una parte di un valore a 16 bit
- un carattere

E' dunque necessario che il programmatore si ricordi cosa rappresentano di volta in volta le mani della CPU.

RIEPILOGO:

Contenuto della memoria

La memoria dello Spectrum puo' contenere indifferentemente istruzioni, numeri e caratteri. Ma e' impossibile risalire al tipo di dato rappresentato, analizzando soltanto il valore binario contenuto in una singola locazione.

Programma

Le istruzioni di un programma sono memorizzate in una sequenza di bytes. Alcune istruzioni richiedono un solo byte, mentre altre ne richiedono di piu', fino ad un massimo di quattro.

Numeri

Ciascuna locazione di memoria puo' essere utilizzata per rappresentare numeri naturali o numeri relativi. Nei due casi i campi di variabilita' sono rispettivamente tra 0 e 255 e tra -128 e +127.

Numeri negativi

Per rappresentare i valori negativi abbiamo adottato una convenzione, riassumibile nel modo seguente:

Se il bit numero 7 e' posto ad 1 il valore rappresentato e' negativo
Se il bit numero 7 e' posto a 0 il valore rappresentato e' positivo

Per ottenere l'opposto di un numero e' sufficiente fare il suo complemento a 2 ed aggiungere 1 al risultato.

Complemento a 2

Il complemento a 2 di un numero si ottiene cambiando il valore di ogni bit della sua configurazione binaria: ogni 0 diventa 1 e viceversa.

UNO SGUARDO ALL'INTERNO DELLA CPU

Introduzione

Abbiamo detto che il cervello dello Spectrum, cioe' la CPU, e' il microprocessore Z80A. Esso e' un derivato piu' veloce del classico microprocessore Z80 brevettato dalla Zilog Inc.
L'unica differenza esistente tra lo Z80 e lo Z80A consiste proprio nella velocita' d'esecuzione: il primo infatti opera con una frequenza di clock di 2 Mhz/s (2 Megahertz al secondo), mentre il secondo opera con una frequenza di 3.5 Mhz/s. La " frequenza di clock " rappresenta una misura della velocita' con cui opera la CPU. Nello Spectrum quindi vengono generati 3.5 milioni di impulsi di clock al secondo il che equivale a dire che c'e' una pulsazione ogni 0.000000286 secondi.
La CPU consuma 4 impulsi di clock per eseguire l'istruzione piu' veloce e 21 per la piu' lenta. Pertanto lo Z80 lavora comunque ad una velocita' superiore alle 160000 operazioni al secondo!

Un cenno alla struttura fisica della CPU

Il microprocessore e' costituito nello Spectrum da un chip di silicio dotato di quaranta piedini di connessione, numerati da 1 a 40. Essi rappresentano le linee di comunicazione tra il microprocessore ed il resto del calcolatore. In particolare, il processore e' collegato allo alimentatore attraverso il piedino numero 11,riceve l'impulso di clock dal piedino numero 6, trasmette e riceve indirizzi tramite il gruppo di piedini da 1 a 5 e da 30 a 40, trasmette e riceve dati tramite il gruppo di piedini da 7 a 15, fatta eccezione per il piedino 11, mentre tutti gli altri piedini vengono utilizzati per la trasmissione dei segnali di controllo.
A questo punto vi sentirete certamente molto confusi. Ma non preoccupatevi: per usare il computer non e' necessario conoscere fin nei minimi particolari la sua struttura interna e il modo in cui la CPU sfrutta le sue capacita'.
La struttura fisica della macchina e' per l'utente "trasparente", egli cioe' non riesce a vederla. E' invece importante conoscere almeno la struttura logica della CPU, nel nostro caso il microprocessore Z80.

La struttura logica della CPU

Lo Z80 e' logicamente diviso in cinque blocchi:

1) UNITA' DI CONTROLLO
2) REGISTRO ISTRUZIONI
3) PROGRAM COUNTER
4) UNITA' ARITMETICO-LOGICA
5) 24 REGISTRI UTENTE (le mani ed i piedi della CPU)

* UNITA' DI CONTROLLO

Possiamo considerare l'UNITA' DI CONTROLLO alla stregua di un SUPERVISORE dell'attivita' della CPU. Il suo compito infatti consiste nello scandire temporalmente e nel coordinare le operazioni (input, output e *elaborazione interna) che la CPU compie, seguendo le istruzioni di un* programma utente o di sistema.

** REGISTRO DELLE ISTRUZIONI*

E' la mano che la CPU usa per ricordarsi le istruzioni da eseguire.
Tutte le parti che compongono un programma, cioe' la sequenza delle istruzioni da eseguire, devono risiedere, durante il tempo d'esecuzione, in memoria centrale, sia essa ROM o RAM (Random Access Memory).
Quindi l'UNITA' DI CONTROLLO deve provvedere, per compiere il proprio lavoro, a prelevare di volta in volta dalla memoria (ROM o RAM) l'istruzione da eseguire ed a porla in un registro interno detto appunto REGISTRO DELLE ISTRUZIONI.

* PROGRAM COUNTER

E' uno dei piedi dello Z80 che la CPU utilizza per individuare dove si trova il resto del programma che deve essere eseguito: in particolare contiene l'indirizzo di memoria relativo alla prossima istruzione che l'UNITA' DI CONTROLLO deve prelevare.

* UNITA' ARITMETICO-LOGICA

E' la parte della CPU preposta ai calcoli. Essa puo' eseguire sia operazioni aritmetiche, sia operazioni logiche, tutte quelle cioe' che noi definiamo come aritmetiche di base. Questa unita' sa eseguire addizioni e sottrazioni, sa effettuare incrementi (aggiungere 1) e decrementi (togliere 1), ma non moltiplicazioni e divisioni. L'unita' aritmetico-logica sa inoltre effettuare il confronto tra due numeri di 8 bit ed e' in grado di fare alcune particolari operazioni sulle dita di una mano, ad esempio alzare od abbassare un dito specifico, scambiare tra loro le posizioni delle singole dita, e cosi' via.
L'unita' aritmetico-logica (ALU) eseguendo tutte queste operazioni modifica anche il valore di certi FLAG, contenuti in un registro apposito chiamato appunto registro dei FLAG, della cui funzione parleremo in seguito.

* REGISTRI UTENTE

Essi sono le mani ed i piedi della CPU che possono essere controllati direttamente dal programmatore.
Nello Z80 ci sono ben 24 registri utente, alcuni dei quali sono "mani" mentre altri "piedi".

Le immagini che abbiamo fin qui utilizzato per spiegare le funzioni

dei vari dispositivi di memorizzazione (mani, piedi, ...) sono state utili per capire il modo di operare della CPU, ma qualcuno vi potrebbe guardare male, sentendovi asserire: "... e poi la CPU ha spostato questa informazione dalla mano destra alla sinistra ...".
Pertanto ora vi daremo la terminologia corretta per far riferimento alle mani ed ai piedi della CPU, in modo che, parlando della situazione precedente, vi possiate esprimere cosi': "LD A,B".

Partiamo, riferendoci alle mani ed ai piedi della CPU con il termine "registri".

Precedentemente abbiamo detto che la CPU ha otto mani, che ora indicheremo con le otto lettere dell'alfabeto: A, B, C, D, E, F, ... e chiameremo registri ad 8 bit.
Abbiamo anche detto che la CPU ha due piedi, che ora indicheremo con le sigle IX ed IY e chiameremo regisri a 16 bit.

La corrispondenza tra i nomi usati ed il tipo di registro che rappresentano e' piuttosto facile da ricordare: se il nome del registro e' composto da una sola lettera si riferisce ad una "mano" (registro ad 8 bit), mentre se ne contiene due si riferisce ad un "piede" (registro a 16 bit).

Avete visto come e' stato facile passare dalle dita delle mani e dei piedi ai bit? Probabilmente non sarebbe stato cosi' se avessimo introdotto fin dall'inizio i termini informatici.

Rimangono ora da definire solo due registri ad 8 bit che pero' non chiameremo "G" ed "H" come vi sareste aspettati, bensi' "H" ed "L".

L'insieme di tutti i registri della CPU viene convenzionalmente rapsentato nel modo seguente:

A	F
B	C
D	E
H	L
IX	
IY	

Come potete constatare, esclusi i registri A ed H, tutti gli altri ad 8 bit sono accoppiati in modo naturale. Il motivo per cui viene adottato questo tipo di rappresentazione per i registri, consiste nel fat-

to che e' possibile a volte ottenere un piede unendo due mani!
Dopotutto, se un piede e' qualcosa con 16 bit, non vi e' motivo alcuno per non utilizzare due mani da 8 bit al suo posto. Per ottenere questo effetto vengono utilizzati in coppia i registri BC, DE, HL.

La scelta delle lettere H e L anziche' G ed H, come sarebbe stato piu' naturale, non e' casuale. Queste lettere infatti aiutano a ricordare che quando i due registri vengono usati in coppia il registro H contiene la parte piu' significativa (high = alto) del valore a 16 bit ed L quella meno significativa (low = basso).
E' un po' come se voleste rappresentare i numeri tra 0 e 100 utilizzando le vostre dita delle mani e dei piedi. Agevolmente, potete rappresentare i numeri da 0 a 10 utilizzando le dita delle mani; similmente, se foste sufficientemente agili, potreste fare la stessa cosa con le dita dei piedi. Con questo sistema potreste rappresentare il numero 37 contando fino a 3 sulle dita delle mani e fino a 7 sulle dita dei piedi.
E' necessario, comunque, definire dove convenzionalmente viene rappresentata la cifra piu' significativa, per non confondere la rappresentazione di 37 con quella di 73.
Nella coppia "HL" H sta per HIGH ed L per LOW: in questo modo dovrebbe essere evitata qualsiasi possibilita' di confusione!

Il diagramma precedente evidenzia, per ogni coppia, quale registro e' destinato a contenere la parte alta del valore a 16 bit e precisamente

B in BC
D in DE

poiche' in esso l'ordine con cui compaiono i registri rispetta la posizione nella coppia.

I piedi (IX e IY) hanno un altro particolare nome: vengono chiamati anche "registri indice". Tale nome deriva dal fatto che essi possono essere utilizzati anche per organizzare le informazioni, come piu' o meno succede per l'indice di un libro. Potete alternativamente usarli anche come puntatori all'interno di una tabella.

Ora che abbiamo appreso una corretta terminologia, affrontiamo alcuni argomenti particolari:

ACCUMULATORE (registro A)

Questo registro ad 8 bit (un solo byte) e' il piu' importante tra quelli dello Z80. Il suo nome risale al periodo in cui i calcolatori avevano un solo registro, utilizzato per "accumulare" i risultati intermedi.
Pertanto, nonostante vi sia stato un progresso nelle generazioni dei computer, l'accumulatore viene ancora utilizzato, sebbene in modo estensivo, per le operazioni aritmetiche e logiche. Inoltre molti com-

puter vengono progettati in modo tale da permettere l'esecuzione di alcune operazioni solo sul contenuto del registro A.
Questo vale anche per il microprocessore Z80, in cui il registro A e' un registro privilegiato. Volendo potete pensare al registro A come alla mano destra della CPU, e questa, come del resto molti uomini, sa fare piu' cose con la mano destra che con le altre.

Flag:

Avrete gia' notato che non abbiamo mai accennato al fatto di usare in coppia i registri A ed F, per rappresentare valori a 16 bit. Infatti, come succede per il registro A, anche F e' un particolare registro, e prende il nome di registro dei flag. Esso e' una mano ad 8 dita, in cui ciascun dito indica il verificarsi o meno di una determinata condizione. Ad esso dedicheremo piu' avanti un intero capitolo.

Coppia di registri HL

Tra le coppie di registri (BC, DE ed HL) questa e' probabilmente la piu' importante. Infatti, i progettisti dello Z80, oltre a fornire all'utente la possibilita' di utilizzarli singolarmente od in coppia, hanno previsto che certe operazioni aritmetiche su valori a 16 bit possano essere effettuate solo utilizzando questa coppia di registri. Utilizzando la coppia di registri HL, infatti, proprio per questo particolare privilegio di tipo hardware, l'esecuzione delle operazioni su coppie di registri e' piu' veloce.

Registri alternativi

Penso che questo sia il momento opportuno per dire che la CPU si avvale di un insieme di mani di scorta.
In realta' sarebbe meglio parlare di guanti da lavoro, di ricambio (o, utilizzando la terminologia corretta, di un insieme di registri alternativi).
In altre parole, e' come se utilizzaste, per contare, dei guanti di plastica talmente rigida da mantenere la forma datagli dalle dita anche dopo averli sfilati. Cosi' se dopo aver conteto su di una mano fino a 3 vi togliete il guanto, esso mantiene la stessa forma che aveva la vostra mano, rappresentando il valore 3!

Penso non abbiate alcun dubbio riguardo all'utilita' di questo tipo di guanti: essi infatti permettono, usandone un paio, di prender nota di un certo valore, che verra' conservato cambiando i guanti, lasciandovi peraltro la possibilita' di lavorare con un nuovo paio.

L'altro guanto rimane a vostra disposizione, conservando la forma che aveva la mano quando lo avete tolto. Sfortunatamente pero' non baste-

ra' dargli un'occhiata per riconoscere il numero rappresentatovi, ne' potrete effettuare dei calcoli sul guanto senza averlo prima infilato ancora su una mano.

Per poter quindi riutilizzare le informazioni dovete cambiarvi nuovamente i guanti!

La CPU ha un paio di guanti di ricambio per ogni coppia di mani (ma non per i piedi, del resto quando mai avete visto guanti per piedi?), e ciascun guanto va bene solo per una mano, come del resto per voi il guanto destro o quello sinistro.

La rappresentazione di tutti i registri diventa quindi la seguente:

```
A - F    <===>   A' - F'
B - C    <===>   B' - C'
D - E    <===>   D' - E'
H - L    <===>   H' - L'

          IX
          IY
```

Notate che, mentre per i guanti sono state usate le stesse lettere che definiscono le mani, per quelli di ricambio alle lettere e' stato aggiunto un apice.

Le istruzioni invece fanno sempre riferimento alle mani e non al particolare tipo di guanti usato in quel momento. Pertanto, anche se abbiamo definito i guanti di ricambio con un apice, non possiamo utilizzare istruzioni del tipo LD A',1. La CPU opera sulle mani e non sui guanti!

L'unica istruzione che coinvolge i registri alternativi e' quella che permette alla CPU di "cambiare i guanti". Ad esempio:

```
1.   LD A, (BOX 1)          ;Carica in A il contenuto del
                            ;BOX 1
2.   EX AF, AF'             ;EX e' un'abbreviazione di exchange
                            ;Scambia i guanti AF con quelli AF'
3.   LD A, (BOX 2)          ;
4.   EX AF, AF'             ;Nuovo scambio
5.   LD A, (BOX 3)          ;
```

Notiamo che tra queste istruzioni non ve ne e' neppure una che operi direttamente sul contenuto dei registri alternativi, eppure il loro valore risulta mutato alla fine della procedura.

Sviluppiamo ora l'esempio per illustrare il modo di operare con questi nuovi registri. Supponiamo per semplicita' che la situazione in memoria sia inizialmente questa:

(BOX 1) = 1
(BOX 2) = 2
(BOX 3) = 3

Seguiamo ora, istruzione dopo istruzione, le variazioni subite dai registri A ed A'.

Lo schema seguente mostra appunto il contenuto dei due registri alla fine di ogni istruzione:

	Registro A	Registro A'
1.	1	Non noto
2.	Non noto	1
3.	2	1
4.	1	2
5.	3	2

Abbastanza semplice, vero?

Questo scambio di registri risulta particolarmente utile quando, durante un'elaborazione, i registri disponibili non sono sufficienti e non e' possibile salvare il loro contenuto ne' nello stack, ne' in memoria. Torneremo comunque ancora su questo argomento.

Vi sono ancora altri registri?

La risposta e' affermativa, ma molto probabilmente nei primi tempi non avrete occasione di utilizzarne altri.

STACK POINTER

Lo STACK POINTER puo' essere considerato come un altro piede ancora della CPU (registro indirizzi a 16 bit). Esso punta sempre all'elemento di testa dello stack. Poiche' lo stack si sviluppa verso il basso, anche lo stack pointer procede dalle locazioni ad indirizzo piu' alto a quelle ad indirizzo piu' basso.

Programmando, in genere, non si opera direttamente sullo stack pointer poiche' la CPU e' in grado di controllare automaticamente il suo contenuto, aggiornandolo ad ogni operazione di PUSH e di POP.

Notiamo solo che nell'uso diretto dello stack si incorre frequentemente nell'errore di dimenticare qualche dato nello stack durante l'operazione di POP e cio' causa sicuramente il fallimento del programma.

Registro I

E' il registro base del Vettore delle Interruzioni. Negli altri siste-

mi basati sullo Z80 questo registro e' usato generalmente per ricordare l'indirizzo base di un vettore di indirizzi, utili per il trattamento delle interruzioni,come ad esempio le richieste di Input/Output.

Nello Spectrum invece quest'uso non e' contemplato, e il registro I e' coinvolto nella generazione dei segnali T.V. . Pertanto e' improbabile che vi troviate nella necessita' di utilizzarlo.

Registro R

Questo registro viene utilizzato per l'operazione di "memory-refresh". Lo Z80 infatti e' predisposto per effettuare in modo automatico il "rinfresco" delle memorie dinamiche. Mentre il processore Z80 lavora, le informazioni contenute in quelle parti della memoria che non sono state recentemente interessate ad operazioni di lettura / scrittura "sbiadiscono", essendo rimaste per troppo tempo senza una goccia di voltaggio. Per questo,non volendo perdere le informazioni in esse contenute, tali locazioni devono essere rinfrescate (ricaricate).

Il registro R e' un semplice contatore che si incrementa ad ogni ciclo di recupero di informazioni in memoria. Il suo valore varia ciclicamente tra 0 e 255.

Questo registro viene utilizzato via hardware per assicurare la corretta esecuzione del rinfresco su tutta la memoria. Non preoccupatevi, comunque, in quanto non siete tenuti a conoscere tutto cio'. Se ne e' preoccupato a sufficienza il Signor Sinclair quando ha progettato lo Spectrum. Noi dobbiamo solo imparare ad usare correttamente questo computer, senza pensare a "rinfreschi" o cose similari.

Dal punto di vista della programmazione il registro R va pensato come qualcosa collegata alla parte hardware ed utilizzata esclusivamente dal sistema. A volte pero' esso puo' risultare utile per la generazione di numeri casuali compresi tra 0 e 255, come vedremo piu' avanti.

RIEPILOGO

Registri Utente

Nella CPU vi sono otto registri principali ad 8 bit (A, B, C, D, E, F, H, L) e due a 16 bit (IX ed IY). I registri ad 8 bit hanno il nome formato da una sola lettera, mentre per quelli a 16 bit se ne usano due.

Coppie di registri

Sei tra gli otto registri ad 8 bit possono talvolta essere accoppiati tra di loro in modo da formare un valore a 16 bit. Si ottengono cosi' le coppie di registri BC, DE ed HL. Il nome HL puo' servire a ricordare quale tra i due registri contiene il byte piu' significativo (High byte) e quale quello meno significativo (Low byte).

Registri privilegiati

La CPU Z80 e' stata costruita in modo che alcune particolari funzioni ad 8 bit possano operare solo sul registro A. Allo stesso modo vi sono alcune istruzioni a 16 bit che possono essere eseguite solo utilizzando la coppia di registri HL.

Registri alternativi

I registri principali ad 8 bit possono essere scambiati nel corso del programma con un altro insieme di registri, detti appunto registri alternativi.
I valori contenuti nei registri principali vengono cosi' conservati, mentre la CPU per il suo lavoro utilizza i registri alternativi. In questo lasso di tempo, pero', i valori salvati non sono accessibili.
Per poter operare ancora sui vecchi valori occorre effettuare un nuovo scambio tra i registri.

TUTTO QUESTO E' BELLISSIMO, MA

COME SI ESEGUE UN PROGRAMMA IN LINGUAGGIO MACCHINA?

Probabilmente abbiamo parlato a sufficienza della CPU e della notazione esadecimale, ma non abbiamo ancora spiegato come realmente si lancia l'esecuzione di un programma in linguaggio macchina.

In realta' lo Spectrum esegue programmi in linguaggio macchina in ogni momemto (quando e' acceso)! Questa e' la verita', anche se stentate a rendervene conto. Anche quando voi non fate niente e guardate lo schermo cercando qualcosa da inserire come prima linea del vostro rivoluzionario programma BASIC, lo Spectrum e' occupato ad operare sotto il controllo di un programma in linguaggio macchina.

Questo programma, caricato in ROM, e' detto "sistema operativo".

Ad esempio, mentre voi continuate a guardare lo schermo, viene eseguita una parte di questo programma che puo' essere cosi' riassunta:

```
Scandisci la tastiera di input
Controlla che nessun tasto sia stato premuto
Visualizza l'attuale contenuto del video (vuoto)
```

La CPU opera sotto il controllo di un programma in linguaggio macchina anche quando lanciate l'esecuzione di un programma BASIC. Abbiamo gia' parlato altrove di questo programma, detto "interprete": esso legge una per volta le istruzioni del programma BASIC, le converte in linguaggio macchina, esegue poi questa parte di programma e ritorna ad analizzare l'istruzione successiva.

Questo non succede piu' quando voi stessi lanciate l'esecuzione di un vostro programma in linguaggio macchina!
Il vostro programma gira in completa autonomia rispetto al sistema operativo! Usando la funzione USR il controllo completo della CPU passa al comando che avete caricato all'indirizzo argomento della USR. Qualsiasi cosa sia scritta nella locazione indicata, viene interpretata dalla CPU come un'istruzione espressa in linguaggio macchina.

Tutto cio' e' bello, ma anche molto pericoloso: se infatti perdete il controllo del programma, rischiate di perdere anche tutto quello che e' contenuto in memoria. E' sufficiente un errore, un carattere battuto male e sarete costretti a spegnere lo Spectrum e ricominciare tutto da capo.

Non essendovi messaggi che vi segnalino eventuali errori, ne' una preventiva analisi sintattica sull'istruzione, anche l'errore piu' piccolo rende vane tutte le ore di lavoro impiegate per digitare il vostro programma!

Alla fine di questo libro troverete un programma BASIC che vi aiutera' ad introdurre ed a correggere i programmi in linguaggio macchina. Vi consigliamo, dopo aver caricato il vostro programma sullo Spectrum, di salvarlo su di una cassetta, in modo da assicurarvi che, in caso di errore, il danno sia minimo.
D'altronde un simile esperimento non deve impaurirvi, in quanto non potete assolutamente danneggiare il vostro computer. Il peggio che vi possa capitare e' di dover spegnere lo Spectrum per riaccenderlo nuovamente.
Vogliamo ora stuzzicarvi l'appetito proponendovi un esperimento con un programma molto semplice.
Caricate il programma BASIC "EZ monitor per codice macchina" che trovate in fondo al libro, e lanciatene l'esecuzione.
Il programma vi chiedera' di caricare un indirizzo corrispondente alla posizione in memoria da cui volete che venga memorizzato il vostro codice macchina. Poiche' con il programma EZ non si possono usare indirizzi inferiori a 31500, scegliamo come indirizzo di partenza 32000. Battete dunque il numero 32000 ed il tasto <ENTER>.

Sul video apparira' ora la scritta:

Comando o Linea ...:

che sta ad indicare che il programma aspetta l'inserimento di un comando oppure di una linea di programma in linguaggio macchina.

Battete ora di seguito i quattro tasti "1", "SPACE", "c" e "9". In tal modo avete scritto la prima riga del nostro programma in linguaggio macchina, esattamente come succedeva per i programmi BASIC. Se va tutto bene, premete il tasto <ENTER>. Sul video appariranno tutte le linee di programma inserite finora:

```
1  c9
```

ed in basso a sinistra la scritta

Comando o Linea ...:

A questo punto non dovete piu' inserire linee di programma, bensi' un comando. Battete pertanto la parola " dump " e il tasto <ENTER>. Con questo comando il programma in codice macchina da voi inserito viene trasferito nell'area di memoria prescelta all'inizio (nel nostro caso a partire dalla locazione 32000).

Congratulazioni: avete memorizzato un'istruzione di un programma in linguaggio macchina! Verifichiamo ora se l'operazione e' avvenuta in modo corretto. Battete pertanto il comando "mem" e poi <ENTER>. Questo comando permette all'utente di esaminare il contenuto di una parte della memoria. Il programma vi chiedera' dunque l'indirizzo di partenza: battete 32000 <ENTER>.

Vengono cosi' visualizzati i valori contenuti nelle locazioni di memoria che vanno dalla 32000 alla 32087. Potete constatare che in questa area di memoria vi sono tutti 0, eccezion fatta per la locazione 32000 dove vi e' il valore esadecimale c9. Per tornare al menu' principale non dovete far altro che battere il tasto "m".

L'istruzione inserita "c9" ha il seguente significato: RETURN!

E' un po' come la prima volta che si va in bicicletta: si parte spediti e sciolti nei movimenti, ma si sente il bisogno ben presto di "ritornare" con i piedi per terra (nel nostro caso, di ripassare il controllo al sistema operativo).

Ora facciamo eseguire il nostro programma in linguaggio macchina. Per lanciare il programma, caricato in memoria, battete il comando "run" seguito da <ENTER>.

Che cosa e' successo? Perche' e' comparso un 32000 in fondo al video?

Questo e' l'indirizzo che all'inizio avete utilizzato come indirizzo di caricamento.
Non dimentichiamo che la funzione di "USR" lancia l'esecuzione di una subroutine in linguaggio macchina. Questa funzione, tra l'altro, fa si' che il valore di USR al ritorno dal programma in linguaggio macchina da voi memorizzato venga posto uguale a quello contenuto nella coppia di registri BC.
La risposta risiede dunque nel modo in cui opera il sistema operativo dello Spectrum (si', ancora lui) incontrando la funzione "USR".
Quando il sistema operativo incontra la funzione "USR", carica l'indirizzo da voi specificato (in questo caso 32000) nella coppia di registri BC.

La funzione USR, usata come in
```
    Let A = USR  32000
```
ha fornito naturalmente il valore 32000!

Questa caratteristica della funzione USR puo' divenire un mezzo efficace per controllare cosa succede durante l'esecuzione di un programma in linguaggio macchina.
Provate ora a caricare il seguente programma, in linguaggio macchina:

```
0B
C9
```

Per il caricamento, operate nel seguente modo:

per inserire la linea 1 battete "1", <SPACE>, "0", "b", <ENTER> e usate poi la stessa tecnica per la seconda riga. Dal listato del programma potrete controllare di aver battuto correttamente le due istruzioni.

Date ora successivamente i due comandi "dump" e "run".

Questa volta la funzione USR restituisce il valore 31999! Cio' e' dovuto al fatto che l'istruzione 0B (in Assembler DEC BC) decrementa di 1 il valore contenuto nella coppia di registri BC.

Esercizio

Fate qualche esperimento con istruzioni che operino sulla coppia di registri BC e che potete trovare nell'appendice. In questa ricerca potete operare solo utilizzando le notazioni abbreviate dell' Assembler.

Fate molta attenzione: l'ultima istruzione del programma deve sempre essere "c9"! Essa infatti rappresenta un'istruzione di ritorno al sistema operativo, per cui, dimenticandola, il vostro programma non potra' mai terminare.
Se comunque vi capitasse una cosa simile, nessuna preoccupazione: il vostro computer non ne rimarra' assolutamente danneggiato. Dovrete solo spegnerlo, riaccenderlo e ricaricare tutto.

Esercizio

Provate ad usare il comando "mem" per esaminare una particolare zona di memoria. Scegliete naturalmente degli indirizzi di locazioni in cui pensate di poter trovare qualcosa di interessante.

COME LA CPU USA I PROPRI ARTI (REGISTRI)

Introduzione

Abbiamo visto che tra mani e piedi la CPU puo' contare su 24 arti. Abbiamo inoltre descritto le operazioni che si possono eseguire su questi e come le stesse vengano fatte dalla CPU, dandovi cosi' una chiave per programmare lo Spectrum in linguaggio macchina.

Immaginate ora per un attimo di essere la CPU.

Probabilmente, come la maggior parte delle persone, non siete mancini, quindi vi riesce piu' facile usare le dita della mano destra piuttosto che quelle della mano sinistra. Vi sono poi delle azioni che fate piu' agevolmente in un modo e piu' difficilmente in un altro: ad esempio vi crea maggiori difficolta' prendere qualcosa da uno scaffale piuttosto alto con il piede sinistro, per poi passarla nella mano destra, che non utilizzando al posto del piede la mano sinistra.
La stessa cosa avviene nella programmazione in linguaggio macchina: per realizzare una certa procedura potete trovare un modo agevole, oppure un modo piu' complesso, o addirittura un modo cosi' complicato da renderla inattuabile. Saper combinare in maniera ottimale le varie operazioni rappresenta la chiave del successo.

Nella CPU l'equivalente della vostra mano destra e' l'ACCUMULATORE. Ricordate? L'ACCUMULATORE e' la mano che puo' essere considerata come un'eredita' genetica derivata dai primi computer.

D'altra parte potete temporaneamente memorizzare cio' che avete sulla mano destra su qualsiasi altra mano o piede, e viceversa.

Il linguaggio informatico si riferisce a questo tipo di operazione utilizzando la frase "indirizzamento di registri".

Ma questo e' sicuramente un grosso nome per un'operazione semplice come quella di trasferire un dato da un registro all'altro.

Esempi di questo tipo di operazione sono:

```
LD A, B
LD H, E
```

Pensando che LD e' un'abbreviazione del verbo inglese LOAD (caricare) e che la virgola deve essere letta come se fosse la parola "con" (in inglese with), la frase assembler LD A, B viene letta nel modo seguente:

"LOAD A WHIT B" (carica A con B)

Un'istruzione assembler dunque viene letta nello stesso ordine in cui viene letta una normale frase: da sinistra a destra.

Vi sono anche altri modi per indirizzare i registri, cioe' per dire che un'informazione deve passare da un registro all'altro o da un registro alla memoria e viceversa.

I modi in cui potete usare gli arti della CPU

Uno dei vantaggi del microprocessore Z80 e' rappresentato dal numero elevato di mani e di piedi che mette a disposizione e dagli svariati modi in cui si possono trasferire informazioni tra di loro (metodi di indirizzamento).

I metodi di indirizzamento offerti dallo Z80 sono i seguenti:

* Indirizzamento immediato
* Indirizzamento diretto tra registri
* Indirizzamento indiretto tramite registri
* Indirizzamento esteso
* Indirizzamento indicizzato

Che cosa rappresenta questa lista di nomi? Per ora, non preoccupatevi, e consideratela come una confidenza. Riprenderemo qui di seguito il discorso, spiegandovi adeguatamente il significato di ogni tipo di indirizzamento.
Inoltre l'elenco dato precedentemente non ricopre tutte le combinazioni ma soltanto quelle utilizzabili con valori ad 8 bit!

Vediamo ora cosa implica ognuna di esse.

* Indirizzamento immediato

La forma generale per questo tipo di indirizzamento e' la seguente:

```
LD  r,  n
```

(oppure un'altra istruzione; abbiamo usato LD come esempio)

Nella notazione sopra, come nelle seguenti, "r" indica un registro ad 8 bit ed "n" un valore binario ad 8 bit.

L'indirizzamento immediato e' una tecnica che coinvolge solo una singola mano. Il dato attuale viene definito direttamente nell'istruzione; in tal modo la CPU puo' eseguirla IMMEDIATAMENTE, non dovendo andare a guardare in memoria per cercare il dato necessario per eseguire l'istruzione stessa.
Per esempio: conta fino a 215 sulla mano "A". Sicuramente conoscete ormai sufficientemente i codici dell'Assembler per poter scrivere que-

sta istruzione in codice mnemonico:

LD A, 215 oppure LD A, D7H

Ricordiamo ancora una volta che in questo tipo di istruzione puo' comparire un qualsiasi registro ed un qualsiasi valore.

Il formato di un'istruzione ad indirizzamento immediato e' dunque il seguente:

byte 1	codice operativo	(dice al computer che cosa deve fare)
byte 2	n	(e' il valore che deve essere usato per l'esecuzione dell'istruzione)

Poiche' per il dato viene usato un solo byte, il campo di variabilita' del valore che voi potete specificare e' dato dall'intervallo 0 - 255. Se cio' non vi e' chiaro, rileggete il capitolo "L'aritmetica del calcolatore".

In genere l'indirizzamento immediato viene usato per inizializzare dei contatori e per definire le costanti utilizzate nei calcoli.

L'indirizzamento immediato si usa agevolmente nella programmazione in linguaggio macchina. Tra tutti i metodi di indirizzamento esso e' pero' il meno flessibile, poiche' richiede che il registro ed il dato siano fissati nel momento in cui si scrive il programma.
In BASIC un'istruzione di questo tipo potrebbe essere:

LET A = 5

Utilizzeremo ovviamente questo tipo di istruzioni, ma non potremo scrivere solo con esse un intero programma!

L'indirizzamento immediato e' dunque conveniente da utilizzare, ma non risolve la maggior parte dei problemi.

Facciamo comunque un passo alla volta: come programmatori siamo per ora in grado di specificare quale valore vogliamo far caricare in un certo registro.

* Indirizzamento tra registri

Il formato generale di questo metodo di indirizzamento e' il seguente:

LD r, r
(o un'altra istruzione)

Questa tecnica coinvolge due mani; brevemente, si tratta di passare un'informazione da una mano all'altra.

La CPU consente il passaggio di informazioni da una mano all'altra, fatta eccezione per la mano F, che abbiamo gia' detto essere una mano un po' diversa dalle altre, trattandosi del registro dei FLAG: esso non viene usato per memorizzare numeri nel senso normale del termine.

Le istruzioni di indirizzamento tra registri occupano solo un byte.

Istruzioni di questo tipo non sono solo corte (un byte) ma anche veloci. Infatti il tempo necessario per la loro esecuzione e' limitato a 4 impulsi di clock, che nello Spectrum corrispondono a meno di un microsecondo.

Nella programmazione in linguaggio macchina e' buona "regola" utilizzare questo metodo di indirizzamento (trasferimento di informazioni da registro a registro) ogni volta che risulta possibile, in quanto migliora l'efficienza del programma sia rispetto al tempo d'esecuzione, sia rispetto alla memoria utilizzata.

* Indirizzamento indiretto tramite registri

```
LD  (rr),   A   oppure  LD  A,   (rr)
LD  (HL),   n
```

Questo potente tipo di istruzione permette di trasferire dati dalla CPU ad una locazione di memoria, puntata dal contenuto di una coppia di registri (piede) e viceversa.

L'ndirizzamento indiretto tramite registri e' piu' veloce rispetto a quello indiretto ordinario in quanto la CPU non deve prelevare l'indirizzo dalla memoria.

Occorre pero' caricare nella coppia di registri prescelta l'indirizzo voluto e quindi tale tipo di indirizzamento risulta vantaggioso solo se nel corso del programma l'indirizzo stesso o qualche indirizzo adiacentete vengono utilizzati piu' volte.

```
Ad esempio,     LD  HL,ARCHIVIO  ; carica in HL l'indirizzo di
                                 ; partenza dell'archivio
        CICLO   LD  A,(HL)       ; carica il dato
                INC HL           ; sposta il puntatore
                continua il CICLO
                    finche' e' finito l'archivio
```

* Indirizzamento indiretto esteso

```
LD  A, (nn)    oppure   LD  (nn),A
```

Questo e' un altro metodo per trasferire informazioni dalla memoria ad un registro (mano o piede) e viceversa.

Nell'indirizzamento indiretto esteso l'istruzione fornisce direttamente da programma l'indirizzo tramite due bytes.

Se il trasferimento e' da o verso l'accumulatore, l'informazione e' rappresentata solo dal contenuto della locazione individuata dai due bytes di indirizzo.
Se invece il trasferimento interessa una coppia di registri, l'informazione e' rappresentata dal contenuto della locazione di memoria individuata dai due bytes di indirizzo e di quella successiva.

Il formato di questo tipo di istruzione e' il seguente:

byte 1	codice operativo
byte 2	(eventuale codice operativo supplementare)
byte 3	parte bassa dell'indirizzo a 16 bit
byte 4	parte alta dell'indirizzo a 16 bit

Con questo tipo di indirizzamento occorre usare un indirizzo assoluto posto direttamente sul programma; in altre parole, il programma che si ottiene usando questo tipo di istruzione non puo' essere rilocato a meno di rilocare anche l'indirizzo a cui fa riferimento l'istruzione stessa.

Esempio:

```
ARCHIVIO   DB      n,n,n,...     ;archivio di dati
           .
           .
           LD      A,(ARCHIVIO) ;carica nell'accumulatore il primo
                                 byte dell'archivio
```

* Indirizzamento indicizzato

```
LD  r,  (IX/IY + d)     oppure  LD  (IX/IY + d), r
          (od altra istruzione)
```

Questo tipo di operazione coinvolge uno dei piedi della CPU, vale a dire uno dei due registri indice IX e IY.
La CPU somma al contenuto del registro indice il valore del parametro "d" fornito dall'istruzione, in modo da ottenere l'indirizzo effettivo

del dato.

Questa e' una delle tipiche istruzioni dello Z80 che usano un codice operativo di due bytes. Un'altra istruzione di questo tipo e' la LDIR (load increment and repeat) che serve per il caricamento di un blocco di dati.

L'indirizzamento indicizzato viene generalmente utilizzato nelle operazioni su tabelle o vettori.

I Registri Indice possono essere utilizzati come puntatori all'inizio di una tabella di dati. Il parametro d, che compare direttamente nella istruzione, determina la posizione all'interno della tabella a cui si vuole accedere.

```
Esempio:  LD  IX, INIZIOTABELLA    ;posiziona il puntatore
                                   ;all'inizio della tabella
          LD  A,  (IX + 3)         ;ci si riferisce al terzo byte
                                   ;dall'inizio della tabella
```

Il formato di questo tipo di istruzioni e' il seguente:

```
byte 1      codice operativo
byte 2      codice operativo
byte 3      parametro di scostamento "d"
```

Il numero "d" e' un numero binario di 8 bit che deve essere specificato insieme all'istruzione e non puo' essere una variabile. Cio' significa che con questo metodo si possono indicizzare locazioni il cui indirizzo si scosta da quello posto nel registro indice, di un valore compreso tra -128 e +127.

L'indirizzamento indicizzato e' piuttosto lento poiche' la CPU, per ottenere l'indirizzo effettivo del dato, deve eseguire anche un'addizione. Notiamo infine che esso rappresenta un metodo molto flessibile per indirizzare locazioni di memoria, dato che con la stessa istruzione e' possibile accedere a tutti gli elementi di un vettore o di una tabella.

RIEPILOGO

Per prelevare informazioni di 8 bit o trasferire informazioni dai registri alla memoria, la CPU puo' operare in molti modi.

Indirizzamento immediato

Il valore da assegnare a un certo registro viene definito nel programma.

Indirizzamento tra registri

Trasferimento dati da un registro ad un altro.

Indirizzamento indiretto tramite registri

Una coppia di registri specifica l'indirizzo ed A contiene il valore da trasferire. Se usate i registri HL potete anche definire direttamente nel programma il dato da trasferire.

Indirizzamento indiretto esteso

L'indirizzo viene specificato nel programma ed A e' utilizzato per contenere il dato.

Indirizzamento indicizzato

Attraverso i registri IX e IY viene definita la locazione iniziale di una tabella in memoria, ed ogni registro ad 8 bit puo' essere usato per il dato. La posizione rispetto all'inizio della tabella viene definita da programma. Volendo, si puo' anche definire direttamente nel programma il valore da trasferire in memoria.

Questi modi sono gli unici utilizzabili per trasferire informazioni da ed in memoria; non ne sono permessi altri!

ASSEGNARE VALORI AD UNA MANO

Istruzioni per il caricamento di dati ad 8 bit

Mnemonico	Byte	Tempo Richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
LD Registro, Registro	1	4	-	-	-	-	-	-
LD Registro, Numero	2	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (Indirizzo)	3	13	-	-	-	-	-	-
LD (Indirizzo), A	3	13	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (HL)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (BC)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (DE)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (HL), Registro	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (BC), A	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (DE), A	1	7	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (IX + d)	3	19	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (IY + d)	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (IX + d), Registro	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (IY + d), Registro	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (HL), Numero	2	10	-	-	-	-	-	-
LD (IX + d), Numero	4	19	-	-	-	-	-	-
LD (IY + d), Numero	4	19	-	-	-	-	-	-

Notazione per i flag:

indica che il flag e' alterato dall'operazione
0 indica che il flag viene posto a 0
1 indica che il flag viene posto ad 1
- indica che il flag non viene alterato dall'operazione

Poiche' nello Spectrum la maggior parte delle attivita' coinvolge registri ad 8 bit o locazioni di memoria (anch'esse a 8 bit), assume ovviamente notevole importanza per la programmazione imparare i modi per assegnare valori alle mani della CPU.

Nel capitolo precedente abbiamo presentato i metodi di trasferimento dati da una mano all'altra. Ci proponiamo ora di analizzarli piu' in dettaglio.

Iniziamo dal metodo che abbiamo definito "indirizzamento tra registri" di cui riportiamo due esempi:

```
LD A,B
LD H,E
```

Ricordiamo che la notazione simbolica LD rappresenta un'abbreviazione del verbo inglese "Load" e che la virgola va interpretata come la preposizione "with". L'istruzione rappresenta quindi l'abbreviazione di una frase inglese che, se ci riferiamo al primo esempio, suonerebbe cosi':

```
load A with B      (carica A con B)
```

Nel secondo esempio la frase Assembler LD H,E va interpretata come "load H vith E" (carica H con E).

Questo tipo di istruzione ci permette di trasferire dati da una mano all'altra, fatta eccezione per il registro F (registro dei flag) che non viene considerato un registro come gli altri. L'istruzione presentata puo' essere utilizzata con una coppia qualsiasi di registri. Pensate che e' possibile utilizzare perfino una forma, a prima vista alquanto inutile, del tipo "LD A,A"!

La notazione generale che si usa per questa istruzione e' la seguente:

```
LD r,r
```

dove r indica un qualsiasi registro ad 8 bit, fatta eccezione per il registro F.

Bene: Sappiamo adesso come trasferire informazioni da una mano all'altra ma cio' non ci permette di fare granche' se non ipotizziamo l'esistenza di qualche informazione su quelle mani.

Un secondo metodo per assegnare un valore ad una mano e' quello di dire direttamente alla CPU quale valore volete rappresentare.

Ad esempio, potete dire alla CPU: conta fino a 215 sulla mano "D". Sicuramente conoscete ormai a sufficienza la simbologia dell' Assembler per rappresentare l'istruzione in tal modo:

```
LD D, D7
```

(D7 e' la rappresentazione esadecimale di 215).

Ricordiamo che questo tipo di assegnazione viene chiamato indirizzamento immediato (Molto ovvio, no?).

In un registro potete mettere qualsiasi valore, purche' compreso nel campo definito per i numeri ad 8 bit, cioe' un valore intero qualsivoglia tra 0 e 255.

La notazione generale per questa istruzione e' la seguente:

```
LD r,n
```

dove r indica un registro ed n un numero. Per la precedente convenzione, quando si utilizza una sola lettera minuscola si intende che si sta operando su valori ad 8 bit.

Con i due tipi di istruzioni presentati siamo in grado di assegnare ad un registro un valore voluto e di trasferire dati da un registro ad un altro, ma non abbiamo ancora imparato a trasferire dati in memoria ed a portarli dalla memoria ai registri.

Nell'esercizio sulla differenza di orario abbiamo dato un esempio di questo tipo di "indirizzamento esterno" quando abbiamo scritto:

```
LD A, (BOX 3)
```

La forma generale per questo tipo di istruzione e' la seguente:

```
LD A, (nn)
```

Speriamo di non annoiarvi nel ribadire che le parentesi stanno ad indicare la frase: "il contenuto di".

Notiamo due cose su questa istruzione:

1. Puo' essere usata solo per il registro A

2. Dobbiamo specificare l'indirizzo della locazione mediante un valore a 16 bit (due bytes).

Esiste anche l'istruzione inversa che permette di trasferire il valore di A in memoria:

```
LD (nn), A
```

Osserviamo per inciso che nello Z80 tutto il set di istruzioni garantisce questo tipo di simmetria.

Queste istruzioni, come abbiamo gia' detto, possono essere usate solo con il registro A. Ovviamente vi sono altre istruzioni per altri registri, pero' non cosi' semplici. Questo e' dovuto al fatto che il registro A e' privilegiato.

Facciamo per un nanosecondo una pausa e vediamo come possono essere usate queste due istruzioni.

In primo luogo osserviamo che con due bytes possiamo indirizzare le locazioni comprese tra 0 e 65535. Questo numero corrisponde a 64K e pertanto con questa istruzione si puo' accedere al massimo a 64K di memoria. Cio' significa che tutta la memoria, ROM, programma, display e memoria libera, deve essere contenuta in 64K.
In uno "Spectrum a 16K" vi sono attualmente 16K di ROM e 16K di RAM per un totale complessivo di 32K. Il nome "Spectrum a 16K" fa dunque solo riferimento alla memoria RAM. In uno "Spectrum a 48K" vi sono dunque 16K di ROM e 48K di RAM per un totale di 64K.
Utilizzando lo Z80 non e' possibile accedere direttamente ad una memoria piu' ampia di quella contenuta nello Spectrum a 48K.

L'istruzione "LD A, (nn)", che si legge come "Load A with the contents of location nn" (carica A con il contenuto della locazione nn), e' veramente potente. Ci permette infatti di leggere il contenuto di una qualsiasi locazione di memoria sia ROM sia RAM.

Potete usare questa istruzione per esplorare tutto quello che volete, anche una locazione che non esiste realmente in memoria, e cercare di vedere cosa c'e' oltre i 32K anche non disponendo della memoria addizionale. E sarete sorpresi nello scoprire che non sono tutti zeri!

L'istruzione inversa, che serve per caricare un valore dall'accumulatore in memoria, e' "LD (nn), A". Nel suo uso occorre stare attenti a rispettare le limitazioni fisiche della memoria a disposizione:

non e' possibile infatti scrivere qualcosa in una locazione che non puo' contenerla oppure in una locazione inesistente, in quanto posta al di fuori dei limiti del vostro sistema.

Questo tipo di istruzione presenta una limitazione, consistente nel fatto che occorre sapere a priori, nel momento in cui si scrive il programma, quali saranno le locazioni di memoria interessate ad operazioni di lettura o scrittura. L'abbreviazione nn indica che e' necessario definire un numero (ad esempio 17100) da non variare assolutamente nel corso del programma.

Pertanto questa istruzione non e' utilizzabile in un ciclo equivalente al Basic "For - Next" e serve solo per relazionare alcune particolari locazioni di memoria, utilizzate per memorizzare valori variabili.

Ad esempio, in un programma tipo l'atterraggio lunare, si potrebbero

utilizzare alcune locazioni nel modo seguente:

```
32000 : velocita'
32001 : quota
32002 : carburante
```

progettando percio' un programma in cui si considera il carburante rimasto, se ne diminuisce il valore e si memorizza il nuovo quantitativo nella locazione prescelta. In tal caso sarebbe pero' necessario conoscere gia', al momento di scrivere il programma, la locazione che verra' utilizzata come contenitore per questa informazione.

Ribadiamo ancora un concetto fondamentale: la locazione 32002 non e' una variabile,ma solo una locazione di memoria utilizzata per contenere informazioni.

Scrivendo il vostro programma in linguaggio Assembler potrete descrivere l'operazione di caricamento nel seguente modo:

```
LD A, (Carburante)
```

specificando poi, all'atto della sua conversione in linguaggio macchina, all'interno di questa istruzione l'indirizzo reale, in codice esadecimale, della locazione prescelta per il "carburante".

E se invece non si e' in grado di definire esattamente la locazione di memoria in cui e' contenuta l'informazione? Supponiamo di poterne calcolare solo da programma l'indirizzo e che il risultato di questo calcolo venga poi memorizzato in un registro a 16 bit (IX o IY) od in una coppia di registri (BC, DE, HL).

Dato che in tal caso l'informazione sull'indirizzo e' contenuta in una coppia di registri e non siamo stati in grado di definire "direttamente" l'indirizzo voluto, definiamo questa forma di indirizzamento "indirizzamento indiretto tramite registri".

La forma mnemonica di queste istruzioni e' la seguente:

```
LD r, (HL)
LD A, (BC)
LD A, (DE)
```

Con ovvio significato dei termini queste istruzioni vengono interpretate nel modo seguente:

```
"Carica il registro r con il contenuto della locazione
 puntata da HL"
"Carica A con il contenuto della locazione puntata da BC"
"Carica A con il contenuto della locazione puntata da DE"
```

Notiamo che il contenuto della locazione di memoria puntata puo' essere trasferito in un registro qualsivoglia (anche H od L, sebbene questo possa sembrare strano) soltanto usando la coppia HL, mentre, usando le altre coppie BC e DE, l'informazione puo' essere trasferita solo nel registro A.

Cio' e' dovuto al fatto che, tra le coppie di registri, la coppia HL e' privilegiata come lo era il registro A tra i regstri ad 8 bit.

In alternativa alla coppia di registri, per puntare una locazione di memoria possiamo utilizzare i registri indice. In tal caso l'istruzione Assembler ha la seguente forma:

```
LD r, (IX + d)
LD r, (IY + d)
```

dove "r" indica un qualsiasi registro e "d" lo "scostamento" rispetto all'indirizzo puntato da IX od IY (Fate attenzione a non confondere "d" che indica uno spostamento con "D" che indica un registro!).
Il numero "d" e' un numero ad 8 bit da specificare all'atto della scrittura del programma, che non puo' essere una variabile. A seguito questa grossa limitazione, tale istruzione viene usata quasi esclusivamente per effettuare operazioni di lettura e scrittura in una tabella di dati.

Le istruzioni simmetriche sono le seguenti:

```
LD (IX + d), r
LD (IY + d), r
```

Non preoccupatevi se questo metodo di indirizzamento vi sembra un po' complicato: sara' improbabile che vi capiti la necessita' di usarlo nei pochi programmi che farete all'inizio.

Il chip Z80 usato nei computer Sinclair e' piuttosto versatile e vi permette di combinare tra loro alcuni dei metodi di indirizzamento sopra descritti.
Per esempio potete combinare l'indirizzamento immediato (in cui viene specificato direttamente il valore da caricare) con l'indirizzamento esterno o indiretto (in cui l'indirizzo viene specificato usando una coppia di registri).

Questo nuovo metodo di indirizzamento viene chiamato (sorpresa!) "Indirizzamento Immediato Esterno".

Sfortunatamente questo tipo di indirizzamento puo' essere usato solo con la coppia privilegiata HL. La forma di questa istruzione e' la seguente:

```
LD (HL),n
```

Essa e' molto utile in quanto ci permette di trasferire dati in memoria senza caricarli preventivamente in un registro.

Una combinazione di questo tipo e' permessa anche con i registri indice e da' origine all'"Indirizzamento Immediato Indicizzato".

Quest'ultimo riscontra un uso molto limitato, ed in Assembler si presenta nella forma:

```
LD (IX + d),n
LD (IY + d),n
```

L'uso di queste istruzioni in linguaggio macchina

Vediamo ora qualche esempio pratico sull'uso delle istruzioni di caricamento in linguaggio macchina.

Nei capitoli precedenti abbiamo visto che al ritorno dal vostro programma in linguaggio macchina (cfr funzione USR) viene visualizzato il contenuto della coppia di registri BC.
Carichiamo il seguente programma:
(ricordiamo che, prima di caricare il vostro programma in linguaggio macchina, dovete caricare e lanciare il programma di Editor "EZ Code Machine Monitor" e caricare l'indirizzo 32000)

```
1    0e 00
2    c9
```

Usiamo poi il comando DUMP per trasferire questo codice in memoria.
D'ora in poi non ci dilungheremo piu' nella spiegazione del metodo da usare per caricare in memoria un programma in linguaggio macchina e lanciarne l'esecuzione, poiche' cio' non vi darebbe nessuna informazione supplementare, rendendo peraltro pesante il discorso.
Supponiamo quindi che siate riusciti a familiarizzarvi sufficientemente con il programma di editor e con le tabelle di conversione che vi servono per caricare il vostro programma in linguaggio macchina. Ci riferiremo dunque ai programmi da caricare con la notazione seguente:

```
0E   00      LD C,0
C9           RET
```

in cui nella parte sinistra viene presentato il codice oggetto (linguaggio macchina) e nella parte destra la corrispondente istruzione in Assembler. In questo modo viene esplicitato anche il numero di bytes utilizzato da ogni istruzione: ad esempio l'istruzione RET (return) occupa un solo byte, mentre l'istruzione LD C,0 ne utilizza due. Ricordiamo per inciso che un'istruzione puo' occupare anche 4 bytes.

Inoltre presenteremo dei programmi che non fanno riferimento ad una

determinata locazione di partenza (rilocabili), cosicche' non ha importanza definire all'atto della stesura del programma l'indirizzo iniziale.

Infine ricordiamo che per caricare il vostro programma potete usare il programma di Editor da noi proposto in questo volume, od in alternativa un qualsiasi altro programma simile che potreste anche esservi costruiti da soli.

Prima di lanciare l'esecuzione del nostro programma (con il comando "run" del programma EZ Code), provate a pensare al risultato che verra' visualizzato.

Ricordiamo che il programma carica nel registro C della coppia BC il valore zero e restituisce poi il controllo al sistema operativo. Sappiamo inoltre che all'inizio nei registri BC viene posto l'indirizzo di partenza del programma, nel nostro caso 32000.

Cosa rispondete?
A. 0000
B. 32000
C. 31896

Lanciamo ora l'esecuzione del programma. Il risultato e' stato quello che vi aspettavate?

Se la vostra risposta non e' stata corretta, rileggete il capitolo "L'aritmetica del calcolatore".

Provate ora a caricare ed eseguire il seguente programma:

```
06   00     LD  B,0
0E   00     LD  C,0
C9         RET
```

Dovrebbe essere visualizzato il valore 0, dato che entrambi i registri B e C sono stati posti a zero.

Esercizio:

Potete provare con un po' di immaginazione a scrivere i programmi per caricare in A un certo valore, trasferirlo in L, porre 0 in H e cosi' via.

Esercizio:

Il file degli attributi inizia alla locazione 5800H. E' possibile assegnare un valore ad HL in modo che punti al file degli attributi del video nel modo seguente:

```
26 58       LD  H,58H
2E 00       LD  L,0
```

Usando poi il comando LD (HL), n potete cambiare a piacere il colore del video.

La struttura dell' "attribute file" e' descritta nel manuale dello Spectrum. Se ad esempio sceglietе per il primo carattere la carta rossa, l'inchiostro bianco e la luminosita' alta, la configurazione binaria di questa scelta e' la seguente:

```
1 0 1 1 1 0 1 0  = BAH
```

e quindi la terza linea di programma sara':

```
36 BA       LD  (HL),BAH
```

Per concludere il nostro programma, aggiungiamo poi l'istruzione necessaria per ripassare il controllo al sistema

```
C9          RET
```

Lanciate ora questo programma. Avete visto come si lavora?

I FLAG E IL LORO USO

I flag sono delle graziose bandierine che possono essere sventolate in occasione delle feste nazionali ..... - errore!

In linguaggio macchina la parola "flag" definisce degli "indicatori". Un flag e' qualcosa che potete usare per indicare a qualcuno che si e' verificata una certa condizione.
Per fare un esempio banale, potete associare il concetto di flag alle bandiere che in marina vengono usate per indicare la nazionalita', il club di appartenenza od altro.

Il motivo che ha spinto i progettisti dello Z80 (e quelli di molte altre CPU) ad introdurre l'uso dei flag nel linguaggio macchina e' stato quello di fornire al programmatore informazioni sullo stato dell'accumulatore (registro A) o sull'ultimo calcolo eseguito.

Ricordiamo a questo proposito che tra i registri della CPU ve ne e' uno, il registro F, dedicato proprio a rappresentare i flag.

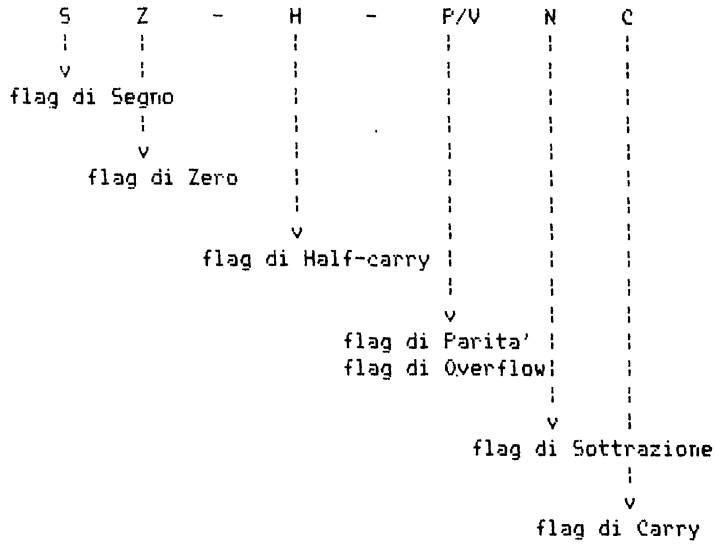
All'inizio dell'ultimo capitolo vi abbiamo presentato una tabella riassuntiva delle varie istruzioni di caricamento, e una parte di questa tabella era dedicata proprio ad esplicitare l'effetto che le varie istruzioni avevano sui flag (Fortunatamente nessuna di quelle istruzioni agiva sul valore dei flag).

Il flag la cui funzione e' piu' semplice da capire e' il flag di Zero.

Questo flag deve essere "alzato" se il contenuto del registro A e' zero. Cio' e' molto importante, dato che nel corso del programma vengono prese molte decisioni controllando se il valore di A e' zero.
Sottolineiamo che in ogni istante il flag zero e' o alzato o abbassato. Non essendo possibile avere una condizione intermedia (bandiera alzata a meta' per "fare ombra"), per rappresentare questo flag e' sufficiente un solo bit. Cio' vale anche per tutti gli altri flag, i quali in ogni istante sono o alzati o abbassati. E' possibile quindi associare ad ogni flag un singolo bit dell'apposito registro.

I differenti tipi di flag

Il registro F e' un normale registro ad 8 bit e pertanto puo' contenere 8 diversi flag. In pratica pero' i progettisti dello Z80 hanno pensato di utilizzare solo 6 degli 8 bit a disposizione. Nello Z80 vengono infatti usati solo 6 flag:



In realta' i progettisti hanno pensato a ben sette condizioni diverse, ma alla fine hanno preferito rappresentare con un unico flag due condizioni: la parita' e l'overflow.

Vediamo ora in dettaglio il significato di ciascuno di questi flag.

Flag di Zero

Questo e' il flag di cui abbiamo gia' discusso in apertura del capitolo. IL flag di zero ovviamente viene utilizzato per controllare il risultato di un'operazione aritmetica e serve ad indicare se il registro A, alla fine, contiene o no il valore zero.
Notiamo a questo proposito che e' anche possibile avere zero nel registro A senza che cio' comporti di conseguenza che il flag di zero venga posto ad 1 (alzato). Cio' accade se utilizziamo un'istruzione del tipo:

```
LD   A,0
```

Abbiamo infatti detto che le istruzioni di caricamento non influenzano il valore dei flag e pertanto l'istruzione LD A,0 NON implica che il flag di zero assuma il valore 1. Esso quindi mantiene il valore che aveva in precedenza.

Il flag di zero e' posto ad 1 anche nel caso in cui il risultato di una delle istruzioni del tipo "rotate" e "shift" porti al valore zero.

Infine notiamo che il flag di zero rappresenta l'unico risultato visi-

bile di alcuni tipi di test, come ad esempio il test sui bit (bit test). In quest'ultimo caso il flag e' posto ad 1 se il bit testato era a 0 e viceversa.

Flag di Segno

Il flag di segno e' molto simile al flag di zero e viene usato piu' o meno negli stessi casi (fatta eccezione per il gruppo di istruzioni di "bit test" dato che non avrebbe alcun senso parlare di bit di segno).

Flag di Carry

Questo flag e' sicuramente uno dei piu' importanti per la programmazione in linguaggio macchina, dato che senza di esso non si potrebbe dare un senso ai risultati delle operazioni aritmetiche.

E' il momento di ricordare che le istruzioni dell'Assembler fanno sempre riferimento a numeri di 8 bit ed a numeri di 16 bit.

Cio' implica che i valori da utilizzare devono sottostare alle seguenti limitazioni:

```
 8 bit   ==>     0 - 255
16 bit   ==>     0 - 65535
```

oppure, includendo il bit di carry,

```
 8 bit   ==>     0 - 256
16 bit   ==>     0 - 65536
```

Consideriamo ora la seguente situazione, in cui la sottrazione da' origine ad un "riporto negativo".

```
            200   -
            201
           -----
Risultato   255 !!!
```

Il risultato ottenuto e' la diretta conseguenza del fatto che i valori ottenibili devono comunque essere compresi nell'intervallo definito in precedenza. Ovviamente si potrebbe incorrere in situazioni analoghe anche utilizzando numeri a 16 bit.
Abbiamo anche detto che su una mano e' possibile contare solo fino a 255. Che cosa succede allora se in un registro e' contenuto il valore 255 e noi aggiungiamo 1?
Non dovrebbe esservi difficile immaginare il risultato. Pensate al contachilometri della vostra macchina che, raggiunto il valore massimo, ricomincia da zero, registrando eventualmente il completamento del

ciclo.
Nello stesso modo, se il registro o contachilometri e' posizionato a zero e procedete a marcia indietro, vi ritroverete nella condizione precedente, in cui il contachilometri contiene il valore massimo (per i registri ad 8 bit il valore 255).

Ecco il motivo per cui il risultato dell'operazione 200 - 201 e' 255.

Dovendo acquistare un'automobile ci farebbe piacere avere qualche indicazione sull'eventuale completamento del ciclo del contachilometri, dato che, con uno scorrimento in avanti, il valore segnato su di esso sarebbe inferiore al numero effettivo di chilometri percorsi, mentre con uno scorrimento all'indietro il numero di chilometri risulterebbe falsato.

Nel calcolatore un indicatore di questo tipo esiste e, programmando in linguaggio macchina, si fa riferimento ad esso con il nome di flag di carry.

Fortunatamente non abbiamo motivo di preoccuparci se il valore dei registri viene "falsato", tornando indietro. Il flag di carry viene infatti posto ad 1 in seguito ad una sottrazione che ha dato origine ad un fenomeno di "underflow" o ad una addizione che ha originato un "overflow".

E' altresi' conveniente pensare al bit di carry come al nono bit del registro A:

Numeri		Bit di carry	Configurazione binaria
132	+	-	1 0 0 0 0 1 0 0
135		-	1 0 0 0 0 1 1 1
----			----------
267		1	0 0 0 0 1 0 1 1

Purtroppo pero' il registro A non ha nove bit e quindi contiene solo il valore 0BH (11 in decimale). Solo il bit di carry viene settato (posto ad 1) e rappresenta il riporto.

Anche nel caso della sottrazione possiamo immaginare che sia stato preso in prestito un nono bit di valore 1.

L'uso dei flag nel linguaggio macchina e' equivalente all'uso del costrutto "If ...Then ..." del BASIC

In BASIC possiamo utilizzare il costrutto "IF ... THEN ..." in situazioni del tipo:

```
If A=0 then ...
```

ove alla parola chiave then puo' seguire una delle istruzioni:

```
Let ...
Goto ...
Gosub ...
```

Lo stesso tipo di istruzione decisionale (fatta eccezione per il "then let ...") puo' essere programmata in linguaggio macchina. Invece di controllare se "A=0" effettueremo un test sul flag di zero: se esso e' settato (posto ad 1) significa che A=0.

I valori dei tre flag che abbiamo considerato rappresentano dei dati, rispetto ai quali puo' venire scelta l'istruzione da eseguire successivamente.

Vediamo ora la forma di ciascuna delle istruzioni condizionali utilizzabili.

Ad esempio:

```
JP    cc, End
```

dove JP e' l'abbreviazione di "jump (salta)" ed End e' un conveniente "label", ha il seguente significato:

"salta ad End se la condizione cc e' verificata".

La condizione cc puo' essere una delle seguenti:

```
Z  ( =   Zero)
NZ ( =   Non zero)
P  ( =   Positivo)
M  ( =   Negativo - minus)
C  ( =   Carry settato: 1)
NC ( =   Carry non settato: 0)
```

Gli altri tre flag, poco usati nella programmazione a livello elemenre, sono:

Il flag di Parita'/Overflow

Questo flag viene usato per alcune operazioni come bit di parita' e per altre come bit di overflow, ma raramente si potra' generare confusione, poiche' comunemente i due tipi di condizioni non si verificano assieme.

Come flag di parita', il flag assume significato durante le operazioni

logiche, ed e' settato se nel risultato vi e' un numero pari di bit posti ad 1. Entreremo nei dettagli di questo particolare aspetto del flag quando esamineremo le istruzioni logiche.

L'overflow corrisponde invece ad un avvertimento sul fatto che l'operazione aritmetica eseguita ha dato un risultato che male si adatta ad essere rappresentato con 8 bit. Questo flag non indica che il risultato dell'operazione richiedeva un nono bit, ma piuttosto che l'ottavo bit ha cambiato valore nel corso dell'operazione!

Nell'esempio precedente, sommando 132 e 135, l'ottavo bit era 1 prima dell'operazione, mentre alla fine assume il valore 0, pertanto il flag di overflow viene settato.
Ma lo stesso flag viene settato anche nel seguente caso:

```
 64   +        0 1 0 0   0 0 0 0
 65            0 1 0 0   0 0 0 1
----           -----------------
129            1 0 0 0   0 0 0 1
```

Il flag di sottrazione

Viene settato se l'ultima operazione e' stata una sottrazione.

Il flag Half-Carry

Questo flag viene settato in condizioni simili a quelle valide per il flag di carry, cioe' quando si e' verificata una condizione di overflow o di richiesta di prestito sui primi quattro bit. Esso e' cioe' usato come quinto bit anziche' come nono bit.

Entrambi i flag, quello di sottrazione e quello di Half-Carry, vengono usati solo nell'aritmetica BCD (Binary coded decimal) a cui in seguito e' dedicato un capitolo.

RIEPILOGO

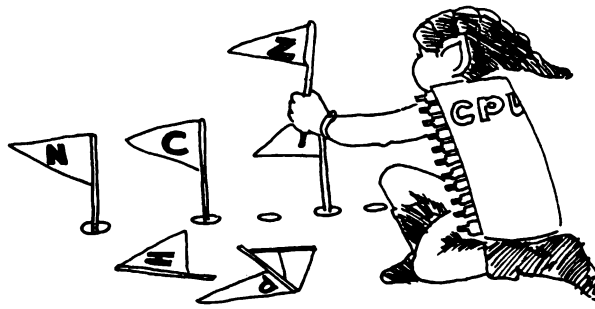
I flag sono usati dalla CPU per indicare certe condizioni verificatesi nell'esecuzione di un'istruzione.

Vi sono 6 flag diversi, ciascuno dei quali puo' essere settato (valore 1) o resettato (valore 0). I bit che rappresentano i flag sono sei degli otto bit del registro F. I due bit rimanenti non sono utilizzati.

Le condizioni indicate dai vari flag sono:

C	-	Carry (riporto)
Z	-	Zero
P/V	-	Parita' od overflow
S	-	Segno
N	-	Sottrazione
H	-	Half Carry (riporto intermedio)

Non tutte le istruzioni agiscono sui flag. Ve ne sono alcune che coinvolgono tutti i flag, altre soltanto alcuni, ed altre ancora neppure uno.



COME CONTARE IN PIU' OD IN MENO SU UNA O DUE MANI

Negli ultimi due capitoli abbiamo potuto esaminare il concetto di flag ed il modo in cui la CPU carica sulle mani e sui piedi i dati.

Vogliamo ora esaminare invece un modo semplicissimo per manipolare questi dati: l'incremento ed il decremento.
Queste due operazioni, benche' elementari, costituiscono un passo avanti rispetto al solo caricamento.
L'operazione di incremento risulta infatti essenziale nella programmazione e consiste nell'aggiungere 1 al valore rappresentato.
Questo tipo di operazione puo' essere usato in situazioni ordinarie come un censimento od il controllo del traffico ad un incrocio.

Incremento

Lo Z80 ha a disposizione un'istruzione che permette di incrementare i valori contenuti nei registri ad 8 bit. La sua forma generale e' la seguente:

```
INC r
```

ove evidentemente INC rappresenta l'abbreviazione del verbo inglese "increase" (incrementa).

E' possibile incrementare anche i registri a 16 bit e le coppie di registri (che, come sappiamo, non sono per la CPU dei veri e propri piedi).

Le istruzioni per eseguire questo tipo di operazioni sono le seguenti:

```
INC rr
INC IX
INC IY
```

dove "rr" indica una coppia di registri (BC, DE od HL).
Notiamo ancora una volta che la notazione usata permette di distinguere un registro da 8 bit da uno di 16. Infatti:

```
i registri o i valori a 8 bit sono denotati con una sola lettera
                       -------                 -----------------
i registri o i valori a 16 bit sono denotati con due lettere
                       --------                ------------
```

Ma vi sono delle istruzioni di incremento ancora piu' potenti di quelle presentate. E' infatti possibile incrementare direttamente il contenuto di una locazione di memoria, di cui si conosca l'indirizzo, usando i registri indice oppure la coppia di registri privilegiati HL.

```
INC (IX+d)
INC (IY+d)
INC (HL)
```

(attenzione: d e' un parametro di scostamento e non rappresenta il registro D)

Nota importante

Prendiamo spunto dalle istruzioni presentate per ricordare l'importanza delle parentesi:

parentesi ---significa--) "il contenuto della locazione puntata da"

Le due istruzioni

```
INC HL          e
INC (HL)
```

sono molto simili come forma ma assai diverse come significato.
Nel primo caso infatti si "incrementa il valore di HL" mentre nel secondo " si incrementa il contenuto della locazione di memoria il cui indirizzo e' fornito da HL" (o piu' brevemente "la locazione puntata da HL").
Speriamo che, ricordandovi le regole che stanno alla base delle abbreviazioni mnemoniche, riusciate ad evitare una confusione di tale fatta.

Esaminiamo ora il comportamento della CPU nei due casi supponendo che HL contenga il valore 5800H.

INC HL Guarda il valore di HL e lo incrementa di 1. Risultato:

```
HL = 5801H
```

INC (HL) Guarda il valore di HL, cerca in memoria la locazione che ha quell'indirizzo e incrementa di 1 il valore in essa contenuto. Risultato:

```
    HL = 5800H
(5800H) = (5800H)+1
```

Come vedete le due operazioni sono completamente diverse. Notiamo infatti che, mentre INC HL agisce su un valore a 16 bit, l'istruzione INC (HL) agisce su un valore a 8 bit, il numero memorizzato nella locazione 5800H. Ricordando che 5800H e' l'indirizzo iniziale del file degli attributi (vedi manuale dello Spectrum), provate a far eseguire entrambe le istruzioni con piccoli programmi per verificarne l'azione.

Decrementi

Nel set delle istruzioni dello Z80 e' prevista anche l'operazione inversa dell'incremento: il decremento. A ciascuna instruzione INC corrisponde un'identica instruzione DEC, dato che logicamente cio' che si puo' incrementare si puo' anche decrementare.
Le forme generali usate per rappresentare questo nuovo tipo di operazione sono:

```
DEC r
DEC rr
DEC IX
DEC IY
DEC (HL)
DEC (IX+d)
DEC (IY+d)
```

In queste istruzioni DEC rappresenta l'abbreviazione del verbo inglese "decrease" (decrementa); nel loro uso, come abbiamo gia' ripetuto piu' volte, bisogna prestare molta attenzione alle parentesi.

Effetto sui flag

Dato che le istruzioni di incremento e decremento che operano su valoa 8 bit influenzano tutti i flag tranne quello di carry, esamaminando l'effetto in dettaglio possiamo effettuare un ripasso sulle funzioni dei flag.

NOTA IMPORTANTE: le istruzioni di incremento e decremento che operano registri a 16 bit NON influenzano il valore dei flag, mentre quelle che operano su valori a 8 bit lo influenzano.

Segno : questo flag e' settato (=1) se il bit piu' significativo numero 7) del risultato dell'operazione e' uguale a 1.

Zero : questo flag e' settato quando il risultato dell'operazione e' zero.

Overflow : questo flag e' settato se il valore del bit piu' significativo viene variato dall'operazione.

Half-carry: questo flag e' settato se l' istruzione eseguita e' una sottrazione. Pertanto esso assume il valore 0 dopo un INC e 1 dopo un DEC.

Esercizio

Scrivete un programma con una serie di istruzioni LD, INC e DEC e verificate il risultato lanciandone l'esecuzione. Ricordatevi che al termine dell'esecuzione la funzione USR restituisce il valore di BC.

Questo esercizio dovrebbe aiutarvi a prendere dimestichezza con le istruzioni presentate.

RIEPILOGO

Possiamo incrementare o decrementare il contenuto di ciascuno dei registri a 8 bit, di ciascuna coppia di registri e di ciascuno dei registri indice.

Possiamo inoltre incrementare o decrementare il contenuto di una locazione di memoria, il cui indirizzo sia specificato dai registri indice o dalla coppia di registri HL.

Incrementando o decrementando un valore a 16 bit non vengono influenzati i flag, mentre incrementando o decrementando un valore a 8 bit, sia esso contenuto in un registro o in una locazione di memoria, si influenzano tutti i flag tranne quello di carry.

ARITMETICA SU UNA MANO

Istruzioni aritmetiche per numeri di 8 bit

Mnemonico	Byte	Tempo richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
ADD A, registro	1	4	#	#	#	#	0	#
ADD A, numero	2	7	#	#	#	#	0	#
ADD A, (HL)	1	7	#	#	#	#	0	#
ADD A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADD A, ((IY + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADC A, registro	1	4	#	#	#	#	0	#
ADC A, numero	2	7	#	#	#	#	0	#
ADC A, (HL)	1	7	#	#	#	#	0	#
ADC A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADC A, (IY + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
SUB registro	1	4	#	#	#	#	1	#
SUB numero	2	7	#	#	#	#	1	#
SUB (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
SUB (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SUB (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SBC A, registro	1	4	#	#	#	#	1	#
SBC A, numero	2	7	#	#	#	#	1	#
SBC A, (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
SBC A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SBC A, (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
CP registro	1	4	#	#	#	#	1	#
CP numero	2	7	#	#	#	#	1	#
CP (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
CP (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
CP (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#

Notazione per i flag:

indica che il flag viene alterato dall'operazione
0 indica che il flag assume il valore 0
1 indica che il flag assume il valore 1
- indica che il flag non viene alterato dall'operazione

Abbiamo intitolato questo capitolo "Aritmetica su una mano" proprio per ricordarvi che le operazioni che presenteremo riguarderanno solo numeri a 8 bit e che tali operazioni potranno essere eseguite solo coinvolgendo la mano privilegiata della CPU, il registro A.

Fate dunque attenzione: per effettuare addizioni e sottrazioni potrete usare solo questa mano privilegiata!

Questo fatto e' cosi' implicito nell'uso del linguaggio Assembler dello Z80 che nella forma mnemonica di alcune istruzioni il riferimento al registro A viene sottinteso. Cosi' ad esempio l'istruzione che permette di sottrarre B da A non ha la forma naturale

```
SUB A,B
```

ma la forma abbreviata

```
SUB B
```

A parte la limitazione dovuta al fatto che le operazioni aritmetiche possono essere effettuate solo coinvolgendo il registro A, il set di istruzioni aritmetiche nello Z80 e' piuttosto ricco. E' infatti possibile eseguire l'addizione in svariati modi come mostrano le istruzioni seguenti:

ADD A, r	Somma ad A il contenuto di un altro registro a 8 bit
ADD A, n	Somma ad A un numero a 8 bit
ADD A, (HL)	Somma ad A il contenuto della locazione puntata da HL
ADD A, (IX + d)	Somma ad A il contenuto della locazione il cui indirizzo e' dato da IX + d
ADD A, (IY + d)	Somma ad A il contenuto della locazione il cui indirizzo e' dato da IY + d

Come potete vedere la scelta sul secondo operando (il primo e' sempre A) e' piuttosto ampia. Esso puo' essere infatti il contenuto di un altro registro, un numero a 8 bit oppure il contenuto di una locazione di memoria il cui indirizzo puo' essere a sua volta definito in svariati modi.

Manca solo la possibilita' di usare una forma del tipo

```
ADD A, (nn)
```

in cui l'indirizzo viene direttamente definito all'interno del programma. Si puo' pero' supplire a questo inconveniente utilizzando due istruzioni del tipo

```
LD HL, nn
ADD A, (HL)
```

Notiamo ancora una volta che, tra le coppie di registri, HL risulta privilegiata. Nelle istruzioni aritmetiche infatti per definire l'indirizzo della locazione cercata non possiamo utilizzare le coppie di registri BC e DE ma solo HL.

Un'altra limitazione implicita in questo tipo di istruzione e' quella inerente al fatto che un numero a 8 bit non puo' superare il valore 255.
Cosi' se ad esempio facciamo:

```
LD A, 80H
ADD A, 81H
```

otteniamo come risultato di avere il valore 1 (uno!) in A. In seguito all'ultima operazione viene settato il flag di carry per indicare che logicamente l'addizione ha dato origine ad un riporto.
Se vi trovate in difficolta' ad operare direttamente con i valori esadecimali potete provare a convertire gli operandi in notazione decimale e verificare che il risultato dell'addizione e' superiore a 255.

Comunque osserviamo che le operazioni di addizione e sottrazione vengono eseguite anche nell'ambito dei valori esadecimali seguendo le regole dell'aritmetica classica.
Contando in esadecimale infatti si ha:

```
1 + 1 = 2
2 + 1 = 3
.....
8 + 1 = 9
```

ed ora attenzione: qual'e' il successivo di 9 ?

```
9 + 1 = A
A + 1 = B
....
E + 1 = F
```

ed ora attenzione: qual'e' il successivo di F?

```
F + 1 = 10
```

Il risultato mostra che sommando 1 a F si ottiene un "riporto" sulla colonna di sinistra proprio come accadeva sommando 1 a 9 nell'aritmetica decimale.
Il risultato del programma in linguaggio macchina presentato sopra e' giustificato dalla seguente osservazione:

```
in esadecimale       80  +
                     81  =
                    -----
                     101          (dato che 8 + 8 = 16 decimale e cioe'
                    -------        10 esadecimale)
```

Come tener conto del riporto

I progettisti dello Z80 hanno inserito tra le istruzioni valide per la CPU un'istruzione di addizione che tenga conto di un eventuale riporto generatosi nell'operazione precedente. Questa istruzione concettualmente assai simile alla ADD somma al risultato dell'operazione di addizione il valore del flag di carry e per questo viene chiamata "ADDIZIONE CON RIPORTO" e viene indicata con il simbolo ADC (ADd with Carry). L'istruzione ADC si presenta nelle stesse forme della ADD e, come abbiamo detto, somma al risultato dell'addizione il flag di carry; pertanto il valore del risultato viene incrementato di 1 nel caso in cui il flag di carry risulti settato al momento dell'operazione.

Questa istruzione permette ad esempio di addizionare tra loro due valori maggiori di 255, concatenando tra loro una serie di addizioni successive.
Il programma seguente mostra come si deve operare per sommare tra loro i due valori 1000 (03E8H) e 2000(07D0H) e memorizzare il risultato in BC.

```
        LD A, E8H          ;carica in A la parte bassa del primo ad-
                           ;dendo
        ADD A, D0H         ;somma la parte bassa del secondo addendo
        LD C, A            ;memorizza il risultato in C
        LD A, 03H          ;carica in A la parte alta del primo ad-
                           ;dendo
        ADC A, 07H         ;somma la parte alta del secondo addendo
        LD B, A            ;memorizza il risultato in C
```

Dopo la prima addizione (E8H+D0H) il flag di carry risulta settato (=1) dato che il risultato dell'operazione superava FFH e il registro A contiene il valore B8 (potete fare la verifica eseguendo voi stessi l'operazione).
Il risultato della seconda addizione non e', come sarebbe ovvio aspettarsi, 0AH (10 decimale) ma bensi' 0BH (11 decimale) dato che nell'operazione si e' tenuto conto anche del valore 1 del flag di carry.
Il risultato finale e' dunque 0BB8H che corrisponde proprio a 3000 nella notazione decimale !!

Questo tipo di concatenazione puo' essere usato per sommare numeri anche molto grandi, purche' ci si preoccupi di memorizzare il risultato in piu' locazioni di memoria anzicche' in una coppia di registri.

Sottrazioni

Anche per la sottrazione esistono due tipi di istruzioni: uno per le sottrazioni ordinarie e l'altro per le sottrazioni con riporto.

```
SUB s       ; sottrae s al contenuto di A
SBC s       ; sottrae s al contenuto di A, tenendo
              conto di un eventuale riporto prece-
              dente
```

Il simbolo s e' stato utilizzato per indicare il secondo operando che puo' essere indicato in una qualsiasi delle forme gia' usate per l'addizione.

CONFRONTO TRA DUE NUMERI DI 8 BIT

Sospendiamo per un momento l'analisi del linguaggio macchina e consideriamo cosa si intende esattamente per confronto tra due numeri. Esaminiamo ad esempio che cosa significa confrontare due valori per vedere se sono "uguali". Da un punto di vista matematico dire che due numeri sono uguali equivale a dire che la loro differenza e' zero.

Possiamo verificare se un numero e' maggiore di un altro, operando in tal modo? (Ricordiamo per inciso che un confronto implica sempre una relazione tra due numeri di cui uno e' posto su una delle mani) Si'! Diciamo allora che il secondo numero e' maggiore del primo se il risultato della sottrazione e' un numero negativo. Analogamente, il secondo numero e' minore del primo se il risultato della sottrazione e' positivo.

Usiamo ora questi concetti per realizzare un sistema che ci permetta di confrontare due numeri in linguaggio macchina. In questa operazione ovviamente verranno chiamati in gioco tutti i flag e le istruzioni di sottrazione.

Supponiamo ad esempio di voler confrontare un certo numero con il valore 5. Operiamo quindi nel seguente modo:

```
LD A,5          ;valore noto
SUB N           ;numero che deve essere confrontato
```

ed analizziamo il risultato.

Se N = 5	il flag di zero e' settato mentre non lo e' il flag di carry
Se N < 5	non sono settati ne' il flag di zero ne' il flag di carry

Se N > 5 e' settato il flag di carry mentre non e' settato quello di zero

E' dunque chiaro che il set sull'uguaglianza viene fatto utilizzando il flag di zero, mentre quelli sulla disuguaglianza utilizzando anche il flag di carry. Osserviamo a questo proposito che, mentre per l'espressione "maggiore di" occorre testare entrambi i flag, per quella del tipo "minore di" e' sufficiente un test sul flag di carry.

L'unico inconveniente consiste nel fatto che il contenuto del registro A viene alterato dalla sottrazione.
Fortunatamente pero' vi e' un modo per evitare cio': usare l'istruzione CP ("compare", cioe' confronta), tramite la quale possiamo confrontare il contenuto del registro A con un altro valore, reperibile con uno qualsiasi dei metodi indicati per l'addizione.

"Confronta" viene interpretata dalla CPU come un'istruzione di sottrazione, con la sola differenza che in seguito a quest'operazione il contenuto del registro A resta invariato. Questo tipo di operazione ha dunque effetto solo sui flag.

RIEPILOGO

Le operazioni aritmetiche su valori ad 8 bit, ammesse sullo Z80, sono le seguenti:

- addizione
- sottrazione
- confronto

e possono essere eseguite solo attraverso il registro A.

A parte questa limitazione, lo Z80 offre una vasta gamma di metodi per indirizzare il secondo operando.

Data la natura dei valori ad 8 bit, nel corso di un'operazione si puo' verificare una condizione di overflow. Poiche' il flag di carry (come del resto tutti gli altri) viene alterato dal risultato delle operazioni aritmetiche, possiamo utilizzare in particolare questo flag come segnalatore di overflow.

Vi sono infine delle istruzioni supplementari (addizione e sottrazione con riporto) che permettono di concatenare delle operazioni aritmetiche tenendo conto degli eventuali riporti.

OPERATORI LOGICI

Istruzioni per le operazioni logiche

Mnemonico	Bytes	Tempo Richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
AND Registro	1	4	0	#	#	#	0	1
AND Numero	2	7	0	#	#	#	0	1
AND (HL)	1	7	0	#	#	#	0	1
AND (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	1
AND (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	1
OR Registro	1	4	0	#	#	#	0	0
OR Numero	2	7	0	#	#	#	0	0
OR (HL)	1	7	0	#	#	#	0	0
OR (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
OR (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
XOR Registro	1	4	0	#	#	#	0	0
XOR Numero	2	7	0	#	#	#	0	0
XOR (HL)	1	7	0	#	#	#	0	0
XOR (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
XOR (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	0

Notazioni per i flag:

#	indica che il flag e' alterato dall'operazione
0	indica che il flag e' posto a 0
1	indica che il flag e' posto a 1
-	indica che il flag non e' alterato dall'operazione

Vi sono tre operazioni logiche che nella programmazione in linguaggio macchina (o Assembler) vengono usate con la stessa frequenza con cui vengono usate nell'aritmetica elementare addizione, sottrazione, moltiplicazione e divisione.

Gli operatori che danno origine a queste operazioni vengono generalmente detti operatori Booleani, dal nome dello studioso che ha formulato le regole per le operazioni stesse. Questi operatori sono:

AND
OR
XOR

Finora abbiamo visto operazioni abbastanza familiari, operanti su numeri di 8 bit. Queste nuove operazioni, molto importanti, operano invece sui singoli bit di un numero (o dita della mano della CPU).

Vediamo ora come lavora l'operatore AND:

Bit A	Bit B	Bit A "AND" Bit B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Notiamo che l'operazione di AND restituisce il valore 1 se e solo se i due bit A e B hanno entrambi il valore 1.

In linguaggio macchina, facendo l'operazione AND tra due numeri il risultato si ottiene applicando l'operatore AND a ciascuna delle coppie di bit corrispondenti dei numeri stessi.

Vi potreste chiedere: "Quale e' l'utilita' di questa operazione?"

L'operazione AND e' estremamente utile in quanto ci permette di "mascherare" un byte in modo che venga posto a zero il valore di certi bit.

Se, ad esempio, vogliamo limitare una certa variabile ad assumere solo valori contenuti nell'intervallo 0 - 7, dobbiamo in qualche modo indicare che soltanto i bit 0, 1 e 2 possono assumere valore 1. Infatti, se il bit numero 3 fosse settato, il valore contenuto dalla variabile sarebbe maggiore o uguale ad 8.

```
0 0 0 0   0 1 0 1        =5
<---------)
Questi bit devono essere "0".
```

Se consideriamo ora un generico valore ad 8 bit ed applichiamo ad esso l'operatore AND con il valore "7", il risultato e' un valore compreso tra 0 e 7.

```
                0 1 1 0   1 0 0 1        = 105
                0 0 0 0   0 1 1 1        = 7 =>Maschera
                -----------------
risultato di AND  0 0 0 0   0 0 0 1        = 1 => compreso
                                                  tra 0 e 7
```

Notiamo che, anche per l'operazione di AND, lo Z80 prevede l'uso del registro A. Il secondo operando puo' essere un numero ad 8 bit, un altro registro oppure una locazione puntata da HL o da uno dei due registri indice.

```
AND 7       Osserviamo che siccome il primo
AND E       operando e' sempre A, esso viene
AND (HL)    sottinteso nell'istruzione.
```

Le osservazioni fatte sono ugualmente valide per le altre due operazioni Booleane di OR e XOR.

La prima, l' operazione di OR, e' assai simile, concettualmente, a quella di AND:

Bit A	Bit B	Bit A "OR" Bit B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Essa fornisce il valore 1 quando almeno uno dei due bit in esame e' uguale ad 1.

Qui potreste nuovamente interrogarvi sull'utilita' di un'operazione di questo tipo.

L'operazione di OR e' anch'essa molto importante in quanto ci permette di settare alcuni bit in un numero. Se ad esempio vogliamo assicurarci che un numero diventi dispari, dobbiamo far si' che il suo bit meno significativo abbia valore 1 (questo risultato si potrebbe ottenere facilmente usando l'istruzione "SET").
Utilizzando l'operatore OR si puo' fare:

```
LD    A,numero
OR    1                    ;il numero e' sicuramente dispari
```

Le due istruzioni precedenti rappresentano una tipica struttura assembler.

Il concetto base dell'operazione di XOR ("Or esclusivo") e' di facile comprensione, tuttavia l'uso di questo operatore nella programmazione e' piu' limitato.

L'operazione di XOR restituisce il valore 1 solo se uno ed uno solo dei bit in esame e' uguale ad 1.

In altri termini, il risultato di uno XOR coincide con quello dell'OR tranne nel caso in cui entrambi i bit siano 1.

XOR => OR - AND

Bit A	Bit B	Bit A "XOR" Bit B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Vediamo ora quali effetti hanno queste operazioni sui flag.

Flag di zero	Questo flag assume il valore 1 se il risultato dell'operazione e' zero
Flag di segno	Questo flag assume il valore 1 se il bit numero 7 del risultato ha valore 1
Flag di carry	Questo flag assume il valore 0 dopo ogni operazione di AND, OR e XOR.
Flag di parita' (Ricordiamo che questo flag e' anche usato come flag di overflow)	Questo flag assume il valore 1 se il numero di bit settati nel risultato e' pari. Esempi: 0 1 1 0 1 1 1 0 => flag di parita': 0 0 1 1 0 1 0 1 0 => flag di parita': 1
Flag di Half-Carry ( )	Entrambi questi flag assumono valori fissi dopo
Flag di sottrazione( )	ogni operazione di AND, OR e XOR. Questi flag sono usati quasi esclusivamente nell'aritmetica BCD.

Uso degli operatori booleani per operare sui flag

Vi sono alcuni casi particolari in cui, cosa veramente strana, entrambi gli operandi corrispondono al registro A. Vediamo cosa succede:

AND A	A non e' cambiato, il flag di carry diventa zero
OR A	A non e' cambiato, il flag di carry diventa zero
XOR A	A e' uguale a 0, il flag di carry diventa zero.

Queste istruzioni sono usate frequentemente, dato che richiedono un solo byte laddove istruzioni equivalenti ne richiedono due.
Cosi' ad esempio, per azzerare l'accumulatore e' piu' conveniente usare XOR A anzicche' LD A,0.

E' richiesto di frequente anche l'azzeramento del carry (ad esempio nel caso di routines in cui vengono usate operazioni del tipo ADC -addizione con riporto - ed SBC - sottrazione con riporto -) e cio' puo' essere ottenuto utilizzando l'istruzione AND A che non altera il contenuto dei registri.

RIEPILOGO

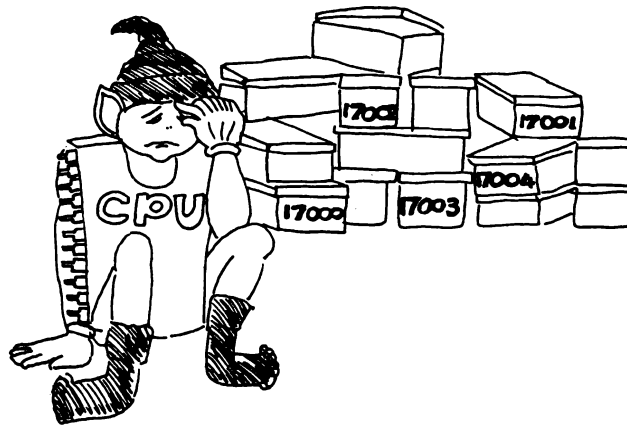
I tre operatori logici piu' usati nella programmazione in linguaggio macchina sono:

AND
OR
XOR

Essi possono essere applicati solo a valori di 8 bit ed uno dei due operandi deve essere contenuto nel registro A. Il risultato, alla fine dell'operazione e' posto nel registro A.

Notiamo che il significato dell'operazione di AND dell'Assembler e' diverso da quello di AND del BASIC.

Gli operatori logici esaminano i singoli bit di ciascuno dei due operandi e per questo vengono spesso usati per ottenere particolari "mascheramenti" dei valori in esame o per settare uno o piu' bit.



PRECISAZIONI SUI NUMERI A 16 BIT

Finora abbiamo illustrato solo istruzioni operanti su numeri a 8 bit, ma abbiamo spesso discusso anche sul fatto che la CPU in qualche caso si vede costretta a manipolare valori a 16 bit, come ad esempio quando fa riferimento ai registri indice.
Questi "piedi" infatti sono dotati di 16 dita (16 bit) e possono contenere solo valori a 16 bit.
Abbiamo inoltre detto che vi e' anche un altro modo per memorizzare i numeri a 16 bit: utilizzare delle coppie di mani (registri). Le coppie di registri utilizzabili a questo scopo sono: BC, DE, HL.

La CPU maneggia i valori a 16 bit in modo analogo a quello in cui voi maneggiate oggetti molto pesanti: opera con due mani, e dato che non si trova certo a suo agio a manipolare oggetti simili, le operazioni che puo' compiere sono lente e limitate.

Vogliamo ora esaminare in dettaglio i vari metodi di indirizzamento (possibili contorsioni?) applicabili ai valori a 16 bit.

Indirizzamento immediato esteso

```
LD rr, nn
(o altra istruzione)
```

E' l'equivalente dell'indirizzamento immediato descritto per i valori a 8 bit.

Come tutte le istruzioni che coinvolgono numeri a 16 bit, e' piu' lunga della corrispondente istruzione per valori da 8 bit. Infatti, mentre per l'indirizzamento immediato occorrevano due bytes (uno per il codice operativo, l'altro per il numero), ora ne occorrono 3, come mostra lo schema seguente:

Byte 1	Codice operativo
Byte 2	Parte bassa del valore a 16 bit
Byte 3	Parte alta del valore a 16 bit

Questo metodo di indirizzamento viene usato per assegnare un valore (ad esempio un puntatore alla memoria) ad una coppia di registri.

Indirizzamento tra registri

Ricordiamo che in questo caso si tratta di istruzioni che manipolano dati gia' contenuti in uno dei registri.

Nel caso dei valori a 16 bit il numero delle istruzioni di questo tipo presenti nel repertorio della CPU e' piuttosto limitato.
Esse sono prevalentemente di tipo aritmetico e possono essere riferite ad un numero molto limitato di coppie di registri.

per esempio: ADD HL, BC

Ricordiamo ancora una volta che la coppia di registri HL e' quella preferita dalla CPU. Questa infatti e' la coppia di mani piu' muscolose e molte istruzioni possono essere eseguite solo usando queste. Cio' e' particolarmente vero per quanto riguarda le istruzioni aritmetiche, come vedremo in dettaglio nel prossimo capitolo.

Indirizzamento indiretto tramite registri

Come abbiamo gia' visto in precedenza, questo tipo di indirizzamento viene usato per istruzioni in cui il valore da manipolare e' in memoria e l'indirizzo e' invece contenuto in una coppia di registri.

Nello Z80 esso fa spesso riferimento alla coppia di registri HL.

Un esempio di istruzione di questo tipo e' il seguente:

```
JP (HL)
```

Indirizzamento esteso

Questo tipo di indirizzamento e' concettualmente simile a quello da noi chiamato indirizzamento indiretto tramite registri, solo che ora il valore da manipolare non e' piu' contenuto in una coppia di registri, ma in due locazioni di memoria.

Per esempio LD HL, (nn)

dove nn deve essere specificato nel programma.

Esercizio

Usando l'EZ Code, caricare i seguenti programmi:

1. Indirizzamento immediato esteso

```
010F00    LD BC,15      ;carica in BC il valore 15
C9        RET           ;return
```

Alla fine dell'esecuzione di questo programma la funzione USR dovrebbe restituirvi il valore 15.

Da notare che l'uso di questo tipo di indirizzamento e' piuttosto limitato poiche' richiede la definizione del valore direttamente nel programma.

2. Indirizzamento tra registri

Aggiungiamo ora due linee al programma precedente:

```
210040      LD  HL, 4000H    ;carica HL con 16384
010F00      LD  BC, 15       ;carica BC con 15
09          ADD HL, BC       ;somma i due numeri
C9          RET              ;return
```

Lanciando il programma avrete una sorpresa: verra' visualizzato lo stesso valore di prima, e cioe' 15! Ma allora non e' stata fatta l'addizione?

Si', pero' voi non potete accorgervene, dato che il risultato e' rimasto memorizzato nella coppia di registri HL, il cui contenuto non viene visualizzato dalla funzione USR! Per ottenere la visualizzazione del risultato dobbiamo aggiungere al nostro programma alcune linee.

3. Indirizzamento esteso

```
210040      LD  HL, 4000H
010F00      LD  BC, 15
09          ADD HL, BC
22647D      LD  (7D64H), HL  ;poni HL in 32100 e 32101
ED4B647D    LD  BC,(7D64H)   ;carica in BC il contenuto delle
                             ,locazioni 32100 e 32101
C9          RET
```

Il metodo utilizzato per trasferire un'informazione da HL a BC non e' il piu' efficiente, dato che si poteva ottenere lo stesso risultato con le istruzioni di PUSH e POP, ma mostra il tipo di difficolta' che si incontra nella programmazione, a causa del numero limitato di metodi di indirizzamento per valori di 16 bit presenti nello Z80.

Potete poi esaminare con il comando "mem" il contenuto delle locazioni di memoria 32100 e 32101 per completare la verifica della correttezza del programma.

COME MANIPOLARE I NUMERI CON DUE MANI

Istruzioni per caricare valori su due mani

Mnemonico	Bytes	Tempo richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
LD Coppia reg, numero	3/4	10	-	-	-	-	-	-
LD IX, numero	4	14	-	-	-	-	-	-
LD IY, numero	4	14	-	-	-	-	-	-
LD (indirizzo), BC o DE	4	20	-	-	-	-	-	-
LD (indirizzo), HL	3	16	-	-	-	-	-	-
LD (indirizzo), IX	4	20	-	-	-	-	-	-
LD (indirizzo), IY	4	20	-	-	-	-	-	-
LD BC o DE, (indirizzo)	4	20	-	-	-	-	-	-
LD HL, (indirizzo)	3	16	-	-	-	-	-	-
LD IX, (indirizzo)	4	20	-	-	-	-	-	-
LD IY, (indirizzo)	4	20	-	-	-	-	-	-

Notazioni per i flag:

#	indica che il flag e' alterato dall'operazione
0	indica che il flag e' posto a 0
1	indica che il flag e' posto a 1
-	indica che il flag non e' alterato dall'operazione

Nei precedenti capitoli abbiamo visto con quanta agilita' la CPU manipola numeri su una mano ed abbiamo presentato il modo in cui maneggia i numeri a 16 bit.

L'abilita' matematica della CPU e' tale che riesce ad effettuare calcoli veramente complessi su numeri anche molto grandi, usando una sola mano. Perche' allora complicare le cose con i numeri a 16 bit?

Perche' vi possono essere casi in cui risulta impossibile specificare cio' che ci occorre utilizzando solo numeri ad 8 bit. Il vostro computer sarebbe una macchina veramente limitata se vi obbligasse a lavorare solo con valori rappresentabili con 8 bit e quindi compresi tra 0 e 255.

Il piu' classico esempio di uso di numeri a 16 bit e' l'indirizzamento di una locazione di memoria. Abbiamo gia' parlato in precedenza dei metodi utilizzabili per indirizzare una locazione di memoria, ed in

quella sede abbiamo considerato implicito il fatto che i valori a 16 bit potessero essere maneggiati dalla CPU.

Come abbiamo visto in alcuni degli esercizi precedenti, un modo per assegnare un valore ad una coppia di registri consiste nell'assegnare separatamente a ciascuno di essi un valore ad 8 bit.

Fortunatamente per noi, lo Z80 mette a disposizione alcune istruzioni (per la verita' un po' pochine) che permettono di manipolare direttamente numeri a 16 bit. In questo capitolo esamineremo i metodi per caricare nei registri od in memoria valori a 16 bit, mentre nel prossimo affronteremo i tipi di istruzioni aritmetiche.

Note sull'uso dei valori a 16 bit per rappresentare indirizzi

Notiamo innanzitutto che tutti gli indirizzi di memoria vengono rappresentati con 16 bit.

Non e' possibile specificare un indirizzo con soli 8 bit anche se esso e' compreso tra 0 e 255, poiche' la CPU riconosce un'informazione come indirizzo solo se e' formata da 2 bytes di 8 bit ciascuno.

Abbiamo implicitamente tenuto conto di cio' quando abbiamo definito la istruzione:

```
LD A, (nn)
```

in cui nn rappresentano due valori ad 8 bit.
Ricordiamo infine che un numero a 16 bit viene immagazzinato in una coppia di registri in modo che la parte alta del valore sia memorizzata nel primo registro della coppia (vedi il capitolo "Uno sguardo all'interno della CPU" - ... nella coppia HL H sta per "high" ed L per "low"-)

Caricamento in memoria di un valore a 16 bit

Il modo utilizzato dallo Z80 per compiere questo lavoro e' difficile da spiegare e da giustificare.
Quando vogliamo caricare valori a 16 bit in memoria, dobbiamo usare una convenzione opposta a quella appena descritta per le coppie di registri.

In memoria il byte piu' basso viene memorizzato per primo!

Facciamo un esempio: supponiamo di voler trasferire il contenuto di HL in memoria.

Prima dell'operazione la situazione e' la seguente:

H	L	Locazione	Contenuto
01	02	32000	00
		32001	00
		32002	00

e mostra che nella coppia di registri HL e' contenuto il valore 258 (102H) e che le memorie sono tutte azzerate.
Dopo l'operazione di trasferimento la situazione e' la seguente:

H	L	Locazione	Contenuto
01	02	32000	02
		32001	01
		32002	00

Cio' dimostra che i valori a 16 bit vanno posti in memoria (e nel listato del programma) anteponendo la parte bassa a quella alta.
Non vi e' alcuna giustificazione intuitiva a questo modo di operare: lo Z80 e' stato progettato in questo modo, e noi dobbiamo imparare ad usarlo cosi' com'e'.

Per cortesia, leggete molto attentamente le righe seguenti in modo da recepire questa nuova convenzione, dato che la sua interpretazione errata e' di sicuro la maggior fonte di errore nella programmazione:

NEI REGISTRI : E' MEMORIZZATO PRIMA IL BYTE PIU' ALTO
IN MEMORIA E NEI PROGRAMMI: E' MEMORIZZATO PRIMA IL BYTE PIU' BASSO

Questa particolare convenzione non deve essere assolutamente dimenticata o presa in scarsa considerazione, dato ch ogni volta che dovrete rappresentare nel programma, in linguaggio macchina, un numero di 16 bit, dovrete scrivere i due bytes che lo compongono nell'ordine corretto e cioe' prima il byte piu' basso e poi il piu' alto.
Del resto non si poteva rimandare ulteriormente la presentazione di questo argomento: lavorare con lo Z80 senza le istruzioni a 16 bit e' praticamente impossibile e questo e' il prezzo che dobbiamo pagare per poterle usare.
Potete verificare quanto detto per conto vostro, facendo "eseguire" questo tipo di istruzione, caricata usando il programma "EZ Code", ed esaminando poi i contenuti delle locazioni di memoria con il comando "mem".

Caricamento di valori a 16 bit

Il tipo di caricamento piu' usato e' quello che permette di memorizzare un valore a 16 bit in una coppia di registri. La sua forma generale e':

LD rr, nn

Notiamo che vengono usate due lettere sia per indicare una coppia di registri "rr", sia un valore a 16 bit (2 bytes) "nn".

Per coloro che non posseggono un programma traduttore Assembler e che pertanto devono convertire manualmente un programma da codice mnemonico a codice macchina, questa discussione sull'ordine in cui vanno scritti i valori a 16 bit rappresenta un punto molto importante.

Anche se pero' possedete l' Assembler, dovrete prestare attenzione a questo strano modo di memorizzare i valori a 16 bit, dato che e' cosi' che li incontrerete quando vorrete leggere il codice memorizzato.

Specifichiamo meglio quanto detto, in un esempio:

Carica HL con 258

L'istruzione Assembler corrispondente e':

LD HL, 0102H

L'istruzione in codice macchina, come potete constatare nella tabella di conversione posta in fondo al presente volume, e':

21 XX XX

Cio' sta ad indicare che il valore esadecimale deve essere inserito al posto delle "XX XX". Ma attenzione: per la regola sopra citata dovremo inserire 0201 e non 0102.
L'istruzione assume dunque la forma:

21 02 01

La riga seguente mostra chiaramente l'effetto dell'inversione:

21 02 01 LD HL, 0102H (258 dec)

Questo esempio dovrebbe essere abbastanza chiaro e non creare problemi. Ma e' importante che prendiate molta confidenza con questo modo di trattare valori a 16 bit, per non incontrare difficolta' anche quando dovrete scrivere programmi veramente vostri.

Altre istruzioni di caricamento

E' possibile caricare un valore a 16 bit oltre che in una coppia di registri anche in un registro indice (ricordiamo che i registri indice sono i piedi a 16 dita della CPU).

```
LD IX, nn
LD IY, nn
```

ed anche trasferire il contenuto da una coppia di registri a due locazioni di memoria adiacenti (questo tipo di operazione e' equivalente a quella che permetteva di trasferire in memoria un numero contenuto in un registro).

La forma generale di questo tipo di istruzione e' la seguente:

```
LD (nn), rr
LD (nn), IX
LD (nn), IY
```

Ricordiamo che l'uso delle parentesi equivale ad individuare un indirizzo. L'ultima istruzione pertanto va letta come: "Carica nella locazione di memoria di indirizzo nn il valore di IY".

Notiamo che per memorizzare un valore a 16 bit contenuto in una coppia di registri od in un registro indice occorrono due locazioni di memoria. Come avete visto, nell'istruzione presentata non e' stato necessario indicare entrambi gli indirizzi (poiche' la CPU e' in grado di immaginare quale sia l'indirizzo della seconda locazione necessaria), ma bisogna fare attenzione a non confondere le operazioni con numeri a 8 bit con quelle con numeri a 16 bit.

Anche in questo caso e' rispettata la simmetria delle istruzioni: vi sono infatti le istruzioni che permettono di trasportare in una coppia di registri o in un registro indice il contenuto di due locazioni di memoria adiacenti.

```
LD rr, (nn)
LD IX, (nn)
LD IY, (nn)
```

Esrcizio

Il manuale dello Spectrum ci insegna che l'indirizzo di partenza dello spazio non utilizzato e' contenuto nelle due locazioni di memoria 23653 e 23654.
In BASIC era possibile determinare questo indirizzo con la funzione PEEK, nel modo seguente:

```
PRINT PEEK 23653 + 256 * PEEK 23654
```

Per scrivere l'istruzione corrispondente in linguaggio macchina ricordiamo che il valore esadecimale corrispondente a 23653 e' 5C65H.
Il programma che permette di visualizzare l'indirizzo contenuto nelle locazioni 23653 e 23654 e' il seguente:

```
ED  4B  65  5C      LD  BC, (23653)
C9                  RET
```

OSSERVIAMO CON MOLTA ATTENZIONE CHE IL VALORE 5C65H E' STATO INSERITO NEL PROGRAMMA SCRIVENDO PRIMA IL VALORE DEL BYTE BASSO E POI QUELLO DEL BYTE ALTO. SAREMMO INCORSI IN UN GRAVE ERRORE SE AVESSIMO INSERITO I DUE BYTES INVERTENDOLI.

Poiche' sullo Spectrum e' il sistema operativo stesso che definisce la posizione dell'area di memoria non utilizzata, noi possiamo determinarla soltanto una volta nel corso dell'esecuzione.

Per raccogliere quest'informazione abbiamo usato i registri BC poiche' la funzione USR, terminato il vostro programma in linguaggio macchina, restituisce proprio il contenuto di questi registri.

Osserviamo infine che l'istruzione LD BC, (nn) richiede ben 4 bytes!

Potete utilizzare programmi simili al precedente per indagare sul contenuto di tutte le altre variabili di sistema contenenti indirizzi a 16 bit, il cui elenco si trova nel manuale dello Spectrum.

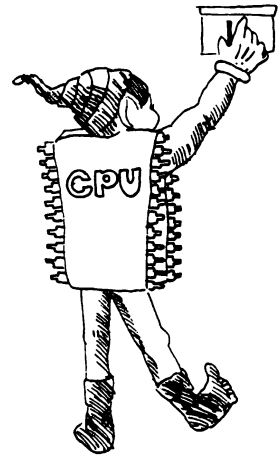
RIEPILOGO

Possiamo assegnare un valore a 16 bit ad un registro indice o ad una coppia di registri, specificando il valore stesso oppure l'indirizzo della locazione di memoria in cui esso e' contenuto.

In modo analogo possiamo trasferire in memoria il valore contenuto in una coppia di registri o in un registro indice.

L'unica cosa da notare e 'che l'ordine in cui i bytes di un valore a 16 bit vengono memorizzati dallo Z80 (e quindi in cui devono essere scritti nelle istruzioni di un programma) non e' quello usuale.

E' estremamente importante quindi ricordarsi che lo Z80 memorizza i valori a 16 bit ponendo prima il byte basso e poi quello alto!!!



OPERAZIONI SULLO STACK

Istruzioni per operazioni sullo stack

Mnemonico	Bytes	Tempo richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
PUSH Coppia reg	1	11	-	-	-	-	-	-
PUSH IX o IY	2	15	-	-	-	-	-	-
POP Coppia reg	1	10	-	-	-	-	-	-
POP IX o IY	2	14	-	-	-	-	-	-
LD SP, indirizzo	3	10	-	-	-	-	-	-
LD SP, (indirizzo)	3	20	-	-	-	-	-	-
LD SP, HL	1	6	-	-	-	-	-	-
LD SP, IX o IY	2	10	-	-	-	-	-	-

Notazioni sui flag:

indica che il flag e' alterato dall'operazione
0 indica che il flag e' posto a 0
1 indica che il flag e' posto a 1
- indica che il flag non e' alterato dall'operazione

Vorremmo ricordare l'immagine utilizzata all'inizio di questo libro per presentarvi lo stack. Esso e' qualcosa che la CPU utilizza per conservare informazioni senza dover contemporaneamente ricordare l'indirizzo della locazione in cui le ha poste.

Uno dei vantaggi che presenta lo stack, anche se a prima vista sembra quasi il contrario, e' quello di coinvolgere solo numeri a 16 bit. Cio' e' dovuto al fatto che esso e' stato ideato per conservare indirizzi, i quali sono rappresentabili solo con numeri a 16 bit.

Le istruzioni che permettono di inserire valori in cima allo stack sono:

```
PUSH rr
PUSH IX
PUSH IY
```

mentre quelle per estrarre un valore dalla cima dello stack sono:

```
POP rr
POP IX
POP IY
```

Come vedete, esse sono piuttosto semplici e non richiedono la specifica di alcun indirizzo da parte del programmatore.

Quando fanno riferimento a coppie di registri, e quindi non a registri indice, queste istruzioni occupano un solo byte e pertanto sono molto economiche in termini di occupazione di memoria nell'ambito di un programma.

L'operazione di PUSH, inoltre, non e' distruttiva: il registro a 16 bit interessato mantiene lo stesso valore anche dopo l'operazione di PUSH.

Osserviamo inoltre che, essendo possibile eseguire un'operazione di PUSH o di POP su una qualsiasi coppia di registri, non e' necessario riportare l'indirizzo impilato nello stack nella stessa coppia di registri di partenza.

Ad esempio, e' possibile agire in tal modo:

```
PUSH   BC
POP    HL
```

L'effetto di queste due istruzioni e' il seguente: il contenuto dei registri BC non e' mutato, mentre la coppia di registri HL ha assunto lo stesso valore che aveva la coppia di registri BC prima dell'operazione di PUSH.

Queste due istruzioni simulano perfettamente l'operazione di

```
LD rr, rr'
```

che non e' prevista per lo Z80.

Poiche' le istruzioni di PUSH e di POP che coinvolgono coppie di registri occupano un solo byte, l'uso di questa struttura non incide in modo notevole sulla quantita' di memoria occupata.

Altro vantaggio delle operazioni suddette e' quello di poter essere applicate anche alla coppia di registri AF! Esse sono infatti due delle poche istruzioni che si possono applicare alla coppia AF, e risultano particolarmente utili, permettendo di conservare il contenuto dei vari flag.

Ad esempio, con un'operazione di PUSH AF possiamo salvare il contenuto dei due registri A ed F, operare un calcolo che ha come indesiderabile effetto quello di modificare il contenuto dei flag, e ripristinare poi

la precedente condizione dei flag con l'operazione POP AF.

Come sappiamo, l'utilita' delle istruzioni di PUSH e di POP consiste nel fatto che non occorre ricordare le locazioni in cui l'operazione di PUSH ha portato il valore oppure da cui l'operazione di POP deve prelevarlo.

Converrete sicuramente con noi che non e' necessario che sia riservata la medesima area di memoria per lo stack sui sistemi a 16K ed a 48K.

La CPU e' infatti in grado di ricordare l'indirizzo attuale della cima dello stack utilizzando un registro a 16 bit, detto per l'appunto stack pointer. Abbiamo accennato brevemente all'esistenza di questo registro nel capitolo in cui descrivevamo la struttura della CPU, ma non ne abbiamo piu' fatto cenno durante la presentazione delle varie istruzioni come LOAD,... per il fatto che questo registro non va trattato come gli altri.

Il compito principale dello stack pointer e' quello di definire la posizione dello stack in memoria, e le istruzioni che permettono di inizializzarlo da programma sono le seguenti:

```
LD SP, nn
LD SP, (nn)
LD SP, IX
LD SP, IY
```

Potete esaminare lo stack dello Spectrum usando il comando "mem" del programma "EZ Code" e guardando il contenuto degli ultimi 30 - 40 byte prima del RAMTOP.

****
Attenzione pero' a non cambiare il contenuto delle locazioni che fanno parte dello stack.
****
Quasi tutte le variazioni causano infatti un blocco del computer: lo schermo diventa bianco e dovete ricominciare tutto da capo. Cio' e' dovuto al fatto che il sistema operativo utilizza una serie di informazioni depositate nello stack e quindi una loro variazione, anche minima, puo' causare un pasticcio enorme.

Per lo stesso motivo e' consigliabile non variare il contenuto dello stack pointer a meno di non essere piu' che sicuri di quel che si sta facendo.

Nota:

In un programma ben fatto il numero di PUSH e POP dovrebbe, alla fine, essere lo stesso indipendentemente dalla via seguita. Un errore in tal senso potrebbe portare a strani risultati.

Esercizio

Potete utilizzare il programma seguente per esaminare l'indirizzo da cui e' stata chiamata la routine USR. Infatti, con l'operazione di POP portiamo l'indirizzo che si trovava in cima allo stack nella coppia di registri BC e con un PUSH ripristiniamo la situazione originale dello stack.

```
C1        POP BC     ;poni l'indirizzo in BC
C5        PUSH BC    ;ricopia l'indirizzo nello stack
C9        RET
```

ARITMETICA DEI NUMERI A 16 BIT

Istruzioni per l'aritmetica dei numeri a 16 bit

Mnemonico	Bytes	Tempo Richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
ADD HL, Coppia reg	1	11	#	-	-	-	0	?
ADD HL, SP	2	11	#	-	-	-	0	?
ADC HL, Coppia reg	2	15	#	#	#	#	0	?
ADC IX, SP	2	15	#	#	#	#	0	?
ADD IX, BC o DE	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IX, IX	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IX, SP	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, BC o DE	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, IY	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, SP	2	15	#	-	-	-	0	?
SBC HL, Coppia reg	2	15	#	#	#	#	1	?
SBC HL, SP	2	15	#	#	#	#	1	?

Notazioni per i flag:

#	indica che il flag e' alterato dall'operazione
0	indica che il flag e' posto a 0
1	indica che il flag e' posto ad 1
-	indica che il flag non e' alterato dall'operazione
?	indica che l'effetto non e' conosciuto

Uno dei vantaggi derivanti dal fatto che un microprocessore ad 8 bit sia in grado di manipolare anche valori a 16 bit e' che si possono usare questi numeri per specificare indirizzi o per eseguire calcoli su numeri interi compresi tra 0 e 65355 (o, comprendendo i valori negativi, tra -32768 e +32767).

In quest'ottica possiamo capire il motivo per cui in alcuni dei primi microcalcolatori tutta l'aritmetica BASIC fosse limitata solo a numeri interi compresi tra -32000 e + 32000.

Sebbene ci sia data la possibilita' di effettuare alcune operazioni aritmetiche con i numeri a 16 bit, dobbiamo osservare che sono veramente poche, rispetto a quelle per i numeri a 8 bit, le possibilita' che il computer ci offre!

Coppia di registri privilegiata

Come il registro A era privilegiato nelle operazioni aritmetiche con i numeri a 8 bit,cosi' la coppia di registri HL e' privilegiata nelle operazioni aritmetiche con numeri a 16 bit.

Questo favoritismo non e' cosi' pronunciato come nel caso del registro A, ad esempio non e' possibile sottintendere il nome della coppia di registri HL nelle operazioni aritmetiche.

Addizione:

Le addizioni sono molto semplici:

```
ADD HL,BC
ADD HL,DE
ADD HL,HL
ADD HL,SP
```

Ma attenzione: non e' contemplata la possibilita' di sommare direttamente al contenuto di HL un valore noto nn. Sullo Z80 non esiste l'istruzione ADD HL, nn!
Per poter eseguire un calcolo di questo tipo dobbiamo ricorrere ad un artificio:

```
LD  DE,nn
ADD HL,DE
```

Ora, se pensate che per fare questa operazione devono essere impegnati ben quattro dei sette registri ad 8 bit che si hanno a disposizione, potete subito capire perche' essa non venga usata molto spesso.

Notiamo inoltre che non e' possibile sommare al contenuto di HL il contenuto di uno dei registri indice; poiche' non vi sono neppure delle istruzioni LOAD che permettano di trasferire il contenuto di IX o IY in BC o DE, l'unica via che possiamo percorrere per fare la somma tra IX ed HL e' la seguente:

```
PUSH IX
POP  DE
ADD HL,DE
```

Un caso particolare e' rappresentato dal registro SP (stack pointer). L'addizione e' infatti una delle poche operazioni in cui il registro SP viene trattato come un comune operando, ma, ovviamente, non lo potete usare come una variabile!
Provate a pensare a quello che succederebbe nelle operazioni di PUSH e POP se variaste a vostro piacimento il contenuto di SP!

Effetto sui flag

L'aritmetica a 16 bit rappresenta un campo in cui il flag di carry e' sovrano. Infatti, osservando la tabella posta all'inizio del presente capitolo, noterete che vi e' un solo flag, oltre al flag di carry, influenzato dall'istruzione ADD ed e' il flag di sottrazione (e sappiamo tutti che un'addizione non e' certo una sottrazione!)

Il flag di carry viene settato quando si ha riporto nell'ottavo bit di H, mentre il riporto eventualmente presente in L viene trasferito direttamente in H durante il calcolo.

Addizione con riporto

Date le limitazioni che l'uso di numeri a 16 bit impone, abbiamo la possibilita', come nel caso dei numeri ad 8 bit, di concatenare tra loro piu' addizioni.
L'istruzione di "addizione con riporto" (ADC) opera in modo simile all'istruzione ADD e puo' essere usata con le stesse coppie di registri:

```
ADC  HL,BC
ADC  HL,DE
ADC  HL,HL
ADC  HL,SP
```

Sottrazione

Anche la sottrazione e' un'operazione piuttosto semplice, ma fate attenzione, poiche' non ci sono sottrazioni senza riporto. Per questo motivo, se non siete sicuri dello stato del flag di carry, dovete inserire nel vostro programma un'istruzione che azzeri il carry prima dell'operazione di sottrazione.

```
SBC  HL,BC
SBC  HL,DE
SBC  HL,HL
SBC  HL,SP
```

(L'ultima istruzione ha una applicazione ovvia: ponete in HL l'indirizzo dell'ultima locazione di memoria usata per il vostro programma per il controllo del video e per le variabili, e sottraete il contenuto di SP; il risultato (negativo) rappresenta lo spazio rimasto libero in memoria).

Effetto delle operazioni con riporto sui flag

Guardando la tabella delle operazioni potete notare che quelle di ADC ed SBC influenzano il valore di tre flag, mentre gli stessi flag non vengono influenzati dalle operazioni di addizione e sottrazione semplice.

I flag interessati sono il flag di zero, il flag di segno ed il flag di overflow, che assumono lo stato di 0 od 1 in accordo con il risultato dell'operazione.

Aritmetica dei registri indice

L'unica operazione ammessa per questi registri e' l'addizione con riporto (ADC) e per di piu' l'insieme dei registri che possono comparire nell'istruzione come secondo operando e' estremamente limitato.
Infatti e' possibile:

Addizionare ad un registro indice una delle coppie di registri scelta tra BC e DE
Addizionare ad un registro indice se stesso
Addizionare ad un registro indice lo stack pointer.

Soluzione al problema della memoria libera

Nello Spectrum, per individuare la fine dell'area individuata dal vostro programma vengono utilizzate due particolari locazioni di memoria, dette simbolicamente STKEND: la 23653 e la 23654.

Per risolvere il nostro problema possiamo quindi portare in HL il contenuto di queste due locazioni:

```
LD  HL,(STKEND)
```

e sottrarre poi il contenuto dello stack pointer (SBC HL,SP ?)

Ma attenzione: la sottrazione tiene conto del flag di carry, occorre pertanto assicurarsi prima che esso sia posto a zero. Cio' puo' essere ottenuto facilmente utilizzando l'istruzione AND A (vedi capitolo sugli operatori logici):

```
AND   A
SBC   HL,SP
```

Assegnatevi otto se avete svolto correttamente il programma, sei se vi siete accorti che era necessario azzerare il flag di carry ma non sapevate come farlo, quattro se vi siete completamente dimenticati di

affrontarne il problema.

Dato che lo stack e' posto nella parte alta della memoria, il valore dello stack pointer sara' superiore a quello dell'ultima locazione utilizzata dal vostro programma (in caso contrario, vi siete cacciati in un pasticcio mostruoso) e pertanto il risultato della sottrazione sara' negativo.
Possiamo ora procedere a calcolare il numero di bytes rimasti liberi, trasformando questo valore negativo in un numero positivo ed utilizzando la coppia di registri BC (si poteva usare anche DE).
Per prima cosa dobbiamo spostare il contenuto di HL in BC e, non esistendo l'istruzione diretta LD BC,HL, dobbiamo ricorrere alle operazioni di PUSH e di POP:

```
PUSH HL
POP  BC
```

Alla fine di queste operazioni si avra' HL=BC.
Per ottenere ora HL = -BC sottraiamo due volte da HL il valore di BC (non dimentichiamoci pero' che il flag di carry era stato settato alla fine della sottrazione precedente e che pertanto dovra' essere riazzerato).

```
AND A
SBC HL, BC
SBC HL, BC
```

Alla fine di queste operazioni HL conterra' il valore opposto a quello originario, che era negativo, e quindi conterra' esattamente il numero (positivo) di bytes rimasti liberi in memoria.

Non ci resta ora che spostare il contenuto di HL in BC affinche' venga visualizzato dalla funzione USR. Per portare HL in BC eseguiamo:

```
PUSH HL
POP  BC
```

e terminiamo il programma con l'ormai familiare istruzione di return

```
RET
```

Visto come e' maneggevole lo stack?
Vi e' stato tutto chiaro?
Speriamo di si'.

CICLI E SALTI

I cicli e i salti sono quelli che danno una reale potenza ai programmi perche' permettono di eseguire parti differenti di programma in funzione di particolari condizioni derivanti dai calcoli precedenti. Quando avrete acquisito l'abilita' necessaria per prendere decisioni e far eseguire di conseguenza diverse istruzioni del programma sarete sulla strada del successo.

Dovete fare pero' attenzione, perche' utilizzando con troppa liberta' le istruzioni di salto rischiate di costruire programmi difficili da seguire e pressoche' impossibili da correggere.

Vi suggeriamo caldamente di progettare i vostri programmi con molta cura prima di codificarli in linguaggio macchina e di seguire le indicazioni da noi fornite nel capitolo sulla progettazione dei programmi in linguaggio macchina.

Vogliamo enfatizzare questo concetto proprio a questo punto, perche' i cicli e i salti sono strutture che facilmente portano ad allontanarsi da una corretta progettazione.

L'equivalente del GOTO in Linguaggio Macchina

In BASIC l'istruzione GOTO, che dovrebbe esservi abbastanza familiare, trasferisce il controllo del programma alla linea da voi specificata.

Anche l'equivalente costrutto in linguaggio macchina e' molto semplice: basta specificare nell'istruzione di salto l'indirizzo della locazione in cui la CPU deve andare a cercare la nuova istruzione ed il gioco e' fatto.

Le istruzioni di salto di questo tipo sono:

```
JP xx xx
JP (HL)
JP (IX)
JP (IY)
```

La prima di queste istruzioni puo' essere collegata anche allo stato dei flag, dando origine alle istruzioni di salto condizionato.
Ad esempio l'istruzione:

```
JP Z, 0000H
```

deve essere interpretata nel modo seguente: "Salta alla locazione di indirizzo 0000H se il flag di zero e' settato". Ricordiamo per inciso che l'indirizzo 0000H e' quello a cui la CPU dello Spectrum salta

quando accendete il computer e pertanto l'istruzione JP 0000H produce l'effetto di azzerare tutta la memoria e di ricominciare tutto da capo con "K" in fondo al video.

Notiamo infine che, dato che la CPU non ammette errori, se le dite "JUMP", salta comunque senza porsi problemi. Ora, poiche' quasi tutti i codici esadecimali possono essere considerati come codici operativi di qualche istruzione, la CPU non si preoccupa se voi la mandate in mezzo ad un blocco di dati o sul secondo byte di un'istruzione: lei legge il contenuto del byte da voi indicato e opera come se fosse il primo byte della nuova istruzione da eseguire.

Il modo in cui la CPU esegue l'istruzione di salto e' molto elementare: essa utilizza un piccolo contatore detto "program counter" in cui di volta in volta memorizza l'indirizzo di partenza dell'istruzione che dovra' essere eseguita successivamente. Nel corso normale del programma cioe' quando non ci sono salti, la CPU ad ogni passo guarda la istruzione che deve essere eseguita e somma al contenuto del "program counter" il numero di bytes che la compongono; cosi' ad esempio se la istruzione attuale e' formata da 2 bytes, somma 2 al "program counter", mentre se e' formata da 4 bytes, somma 4 al "program counter".

Quando invece incontra un'istruzione di salto (Jump), la CPU sostituisce al contenuto del "program counter" l'indirizzo da voi specificato.

Per questo motivo dovete fare molta attenzione a non commettere il minimo errore.

Salti lunghi e salti corti

Possiamo definire le precedenti istruzioni come istruzioni di "salto lungo", dato che specificando direttamente l'indirizzo a 16 bit e' possibile far saltare la CPU a qualsiasi locazione di memoria sia presente nel vostro computer.

Gli svantaggi di questo tipo di salto consistono nel fatto che:

A. Spesso non si deve saltare molto lontano ma l'indirizzo di arrivo deve essere sempre espresso con 16 bit e quindi anche per salti corti l'istruzione occupa 3 bytes.

B. Il programma che contiene questo tipo di istruzione non risulta rilocabile dato che nelle istruzioni di salto viene specificato un indirizzo assoluto.

Per eliminare questi due grossi svantaggi i progettisti dello Z80 hanno pensato di aggiungere delle istruzioni particolari per i "salti corti". Queste istruzioni sono generalmente definite istruzioni di "salto relativo" e permettono di eseguire salti all'indietro ed in a-

vanti con un limite per la lunghezza del salto stesso. E' infatti possibile, partendo dall'indirizzo attualmente presente nel "program counter", saltare in avanti fino a 127 bytes (+127) e indietro fino a 128 bytes (-128). La lunghezza del salto puo' quindi essere espressa con un solo byte!

Istruzioni di salto relativo

Hanno la forma generale

JR d

ove d rappresenta la lunghezza (relativa) del salto.

Possiamo anche in questo caso condizionare il salto al verificarsi di qualche condizione; ad esempio si puo' saltare se il flag di carry ha il valore 1 oppure se il flag di zero ha il valore 0, e cosi' via. L'istruzione di salto condizionato relativo assume la forma seguente:

JR cc,d

ove cc rappresenta il codice della condizione che deve verificarsi per effettuare il salto.

In tutte le istruzioni di salto relativo il parametro d rappresenta il valore che la CPU deve sommare al valore del "program counter" per saltare. Se tale valore e' positivo il salto viene fatto ovviamente in avanti, mentre se e' negativo da' origine ad un salto all'indietro.

Se avete presente quanto abbiamo detto nel capitolo dedicato alla rappresentazione dei numeri relativi, dovreste aver gia' capito il motivo per cui l'intervallo di oscillazione del salto risulta essere tra -128 e +127.

Vogliamo farvi notare che quando la CPU esegue l'istruzione di salto il "program counter" e' gia' posizionato sull'istruzione che nel listato del programma si trova immediatamente dopo l'istruzione di salto stesso e che dovrebbe essere logicamente eseguita se non fossero verificate le condizioni per "saltare".

Infatti la CPU quando giunge all'istruzione JR, prima di eseguirla, riconosce che e' formata da 2 bytes e somma 2 al contenuto del "program counter" che puntera' cosi' l'istruzione successiva.

Per chiarire meglio questo concetto vediamo con un esempio come opera la CPU di fronte ad un'istruzione di salto.

Supponiamo che a partire dalla locazione 32000 sia stato caricato il seguente segmento di programma:

Locazione	Istruzione
32000	ADD A, B
32001	JR Z, 02H
32003	LD B, 00H
32005	LD HL, 4000H

e vediamo come la CPU opera durante la sua esecuzione.

Preleva il valore contenuto della locazione 32000
Dato che esso rappresenta il codice operativo di un'istruzione ad 1 byte, aggiunge 1 al "program counter" che assume il valore 32001
Esegue l'istruzione
Preleva il byte puntato dal "program counter" (32001)
Dato che esso rappresenta il codice operativo di un'istruzione a 2 bytes, aggiunge 2 al "program counter" che assume il valore 32003
Preleva il secondo byte dell'istruzione
Esegue l'istruzione

L'istruzione a 2 bytes appena prelevata e' un'istruzione di salto condizionato. Se il flag di zero e' settato modifica il contenuto del "program counter" altrimenti non fa nulla. Nell'eseguire questa istruzione dunque la CPU opera nel modo seguente:

se il flag di zero vale 1 : somma 2 al "program counter" che passa cosi' a 32005

se il flag di zero vale 0 : non fa nulla e cosi' il valore del "program counter" rimane invariato (32003)

Pertanto dopo la CPU eseguira' l'istruzione che inizia alla locazione 32003 se il flag di zero valeva 0, mentre se il flag valeva 1 eseguira' l'istruzione che inizia alla locazione 32005.
In altre parole con l'istruzione JR otteniamo l'effetto di saltare, se si sono verificate certe condizioni, l'istruzione LD B,00H.

Quanto detto aiuta anche a capire come mai il tempo necessario per la esecuzione dell'istruzione di salto condizionato dipenda dal verificarsi o meno della condizione indicata. E' infatti evidente che occorre meno tempo nel caso in cui la CPU non debba far niente (flag di zero non settato) rispetto a quando invece dovra' calcolare il nuovo valore del "program counter" (flag di zero settato).

Ovviamente anche i salti condizionati possono essere fatti all'indietro assegnando valori negativi al parametro d.

Esercizio

Dato che l'istruzione di salto relativo occupa 2 bytes e che all'atto della sua esecuzione il "program counter" punta gia' all'istruzione successiva, provate a valutare l'effetto che avrebbe in un programma l'istruzione JR -2.

Realizzazione del costrutto FOR ...NEXT in linguaggio macchina

Sicuramente non troverete difficolta' ad interpretare il seguente programma BASIC:

```
FOR I=1 TO 6
LET C=C+1
NEXT I
```

Ebbene anche in linguaggio macchina, seppure sotto una forma diversa, e' possibile realizzare una struttura ciclica di programma. Per realizzare un ciclo come quello dell'esempio possiamo usare le istruzioni aritmetiche e di salto condizionato :

```
        LD  B, 1                ;poni il contatore uguale a 1
        LD  A, 7                ;valore successivo a quello max
CICLO   INC C                   ;C=C+1
        INC B                   ;incrementa il contatore
        CP  B                   ;A=B ?
        JR  NZ, CICLO           ;se A()B ripeti il ciclo
```

Notiamo che per poter realizzare la struttura di ciclo, abbiamo dovuto usare ben due registri: il registro B come contatore ed il registro A per ricordare la condizione di fine ciclo. Cio' e' dovuto al fatto che l'istruzione INC B, non influenzando in questo caso i flag, non fornisce nessuna delle condizioni utilizzabili per il salto condizionato. Tenendo conto di cio' si potrebbe pero' elegantemente risolvere il problema utilizzando un contatore che si decrementa. Infatti, sapendo che il ciclo deve essere ripetuto sei volte, possiamo inizializzare il contatore a 6 e decrementarlo di 1 ad ogni passo. In questo modo il ciclo ha termine quando il valore assunto dal contatore dopo il decremento e' zero. Il programma precedente puo' quindi essere modificato nel modo seguente:

```
        LD  B, 6                ;inizializza il contatore
CICLO   INC C                   ;C=C+1
        DEC B                   ;decrementa il contatore
        JR NZ, CICLO            ;se non e' 0 ripeti il ciclo
```

Come potete vedere questa nuova versione risulta notevolmente piu' efficiente della precedente.

Per facilitare ancora di piu' questo tipo di operazione, il processore Z80 mette a disposizione un'istruzione particolare che unifica le due funzioni di decremento e salto condizionato.
Questa istruzione si presenta nella forma:

```
DJNZ  d
```

ed ha il seguente significato: "decrementa B e salta se il risultato non e' zero" . Il parametro d indica come al solito la lunghezza del salto.

Anche questa nuova istruzione occupa 2 bytes, di cui il primo rappresenta il codice operativo.

Notiamo che con questa particolare istruzione il registro B assume a tutti gli effetti il ruolo di contatore e pertanto non si possono realizzare cicli con un numero di iterazioni superiori a 256.
Per realizzare cicli piu' lunghi si deve fare uso di piu' cicli annidati tra loro, come illustra il seguente esempio:

```
          LD B, 10H              ;B=16
CICLOEST  PUSH  BC               ;salva il valore di B
          LD B, 00H              ;inizializza B per 256 iterazioni
CICLOINT  ..........
                                 ;blocco di istruzioni interne
          ..........
          DJNZ  CICLOINT         ;svolto il ciclo interno 256 volte?
          POP   BC               ;ripristina il valore di B salvato
          DJNZ  CICLOEST         ;svolto il ciclo esterno 16 volte?
```

Esercizio

Provate ad eseguire alcune iterazioni annotandovi su un foglio di carta come varia il valore di B dopo ogni istruzione.

Cicli di ritardo

Vi sono delle volte in cui un programma in linguaggio macchina viene eseguito talmente velocemente da richiedere l'introduzione di cicli di ritardo in modo da rallentarne l'esecuzione. Cio' accade ad esempio quando si vogliono registrare dei dati su cassetta (i segnali devono venire trasmessi distanziati tra loro per permettere una corretta registrazione) o stampare su carta (e' impensabile pensare che la vostra stampante possa stampare piu' di 1000 caratteri in un secondo!).

Un metodo abbastanza comodo per realizzare cicli di ritardo consiste nel costruire un ciclo in cui l'unica operazione eseguita e' il decremento del contatore.

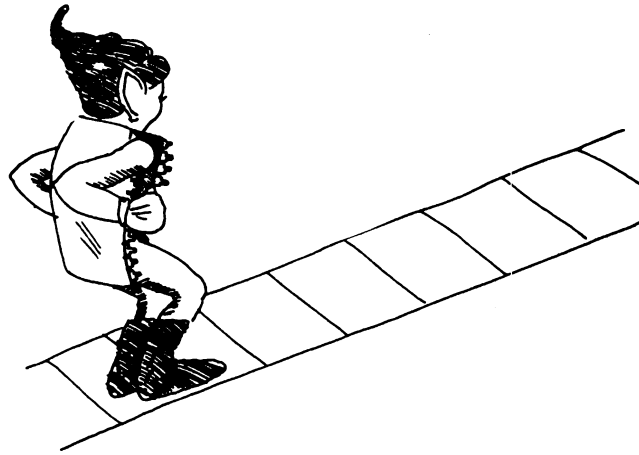
```
                LD B, valore
ATTESA          DJNZ  ATTESA
```

In questo caso l'istruzione DJNZ ATTESA viene eseguita un numero di volte pari al valore specificato in "valore". In pratica si genera una interruzione logica del programma che riprende il suo corso normale solo al termine del ciclo di ritardo.

Provate ora a pensare a cosa sarebbe successo se al posto dell'istruzione DJNZ avessimo usato

```
ATTESA          JR  ATTESA
```

Lanciando un programma di questo tipo potete aspettare finche' volete per vederlo terminare!



Istruzioni di chiamata e di ritorno

Mnemonico	Byte	Tempo richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
CALL indirizzo	3	17	-	-	-	-	-	-
CALL cc, indirizzo	3	10/17	-	-	-	-	-	-
RET	1	10	-	-	-	-	-	-
RET cc	1	5/11	-	-	-	-	-	-

Nota: cc rappresenta la condizione che si deve verificare affinche' venga eseguita la chiamata o il ritorno.

Le condizioni che possono essere usate nelle istruzioni condizionate sono:

Flag	Simbolo	Significato
Carry	C	Flag di carry settato (=1)
	NC	Flag di carry non settato (=0)
Zero	Z	Flag di zero settato (=1)
	NZ	Flag di zero non settato (=0)
Parita'	PE	Parity Even (pari): flag settato (=1)
	PO	Parity Odd (dispari): flag non settato (=0)
Segno	M	Minus (valore negativo): flag settato (=1)
	P	Positive (val positivo): flag non settato (=0)

Effetto sui flag

Nessuna delle istruzioni di chiamata o di ritorno modifica lo stato dei flag.

Tempi

Nei casi in cui sono indicati due tempi, il primo di essi si riferisce al tempo necessario per l'esecuzione dell'istruzione quando la condizione richiesta non si e' verificata.

L'uso dei sottoprogrammi in linguaggio macchina risulta altrettanto agevole di quanto lo e' nella programmazione BASIC, se non addirittura di piu'.

Vogliamo farvi notare a questo proposito che la funzione BASIC "USR" che utilizzate per lanciare i vostri programmi in linguaggio macchina non e' altro che una chiamata ad una subroutine: il vostro programma. Ed e' proprio per questo che ogni vostro programma in linguaggio macchina deve terminare con un'istruzione di RETurn.

La funzione USR vi permette quindi di provare dei sottoprogrammi in modo indipendente e senza che siano inseriti in un programma principale.

Quando poi i sottoprogrammi verranno posti all'interno di un unico programma bisognera' prestare attenzione ad indicare con esattezza nelle istruzioni di chiamata l'indirizzo effettivo di partenza della routine desiderata.

Questo puo' dare origine ad alcuni problemi se voi utilizzate per memorizzare i sottoprogrammi in linguaggio macchina degli array variabili, dato che l'indirizzo di queste variabili non e' necessariamente prefissato.

Notiamo infine che un programma in linguaggio macchina contenente sottoprogrammi, difficilmente puo' essere rilocato dato che le istruzioni di chiamata fanno riferimento a degli indirizzi assoluti.

In linguaggio macchina, come del resto in BASIC, la chiamata ad una subroutine puo' essere vincolata al verificarsi di particolari condizioni; e' possibile quindi realizzare con semplici istruzioni un costrutto del tipo:

```
IF (condizione) THEN GOSUB (linea)
```

A proposito di condizioni, vogliamo far notare che occorre manovrare con molta attenzione sia i flag che i registri all'interno di una subroutine per evitare di modificare involontariamente qualche condizione da testare dopo il ritorno al programma principale.
Bisogna comunque evitare di saltare direttamente ad una nuova istruzione di CALL al ritorno al programma principale.

Per condizionare la chiamata ad una subroutine si possono usare solo quattro dei sei flag dello Z80:

il flag di Carry
il flag di Zero
il flag di Parita' (o di overflow)
il flag di Segno

Ricordiamo che il valore di ciascuno di questi flag risulta in accordo con l'ultima istruzione eseguita che ne ha influenzato il valore.

Per questo e' buona norma porre l'istruzione di CALL o di RETURN con condizione immediatamente dopo l'istruzione che modifica il flag interessato.

Per esempio un programma del tipo:

```
LD A, (numero)
CP 1
CALL Z, Uno
CP 2
CALL Z, Due
CP 3
CALL Z, Tre
```

vi permette di selezionare una delle tre routine Uno, Due e Tre in funzione del valore contenuto in A. Ma attenzione: e' indispensabile per ottenere l'effetto voluto che all'interno delle singole subroutines non venga alterato il contenuto del registro A!!!!
Sapreste dire perche'?

Per ottenere lo stesso scopo possiamo operare anche in un altro modo dato che dobbiamo scegliere tra tre possibilita', operando anche sul flag di carry:

```
LD A, (numero)
CP 2
CALL Z, Due          ;A=2
CALL C, Uno          ;A<2  ===> A=1
CP 3
CALL Z, Tre          ;A>2  ===> A=3
```

In questo programma abbiamo tenuto presente che mentre l'istruzione "CP 2" modifica sia il flag di carry che quello di zero, le istruzioni di chiamata non modificano lo stato dei flag.

Anche l'istruzione di Return puo' essere assoggettata a delle condizioni ed e' molto usata anche se teoricamente l'uso di una tale istruzione non rientra nei canoni di una buona programmazione.

OPERAZIONI SU BLOCCHI DI DATI

Istruzioni per confrontare e muovere blocchi di dati

Mnemonico	Byte	Tempo richiesto	Effetto sui flag C	Z	PV	S	N	H
LDI	2	16	-	-	#	-	0	0
LDD	2	16	-	-	#	-	0	0
LDIR	2	21/16	-	-	0	-	0	0
LDDR	2	21/16	-	-	0	-	0	0
CPI	2	16	-	#	#	#	1	#
CPD	2	16	-	#	#	#	1	#
CPIR	2	21/16	-	#	#	#	1	#
CPDR	2	21/16	-	#	#	#	1	#

Notazioni per i flag:

Indica che il flag e' alterato dall'operazione
0 Indica che il flag assume il valore 0
1 Indica che il flag assume il valore 1
- Indica che il flag non viene alterato

Tempi

Per le istruzioni con ripetizione, i tempi indicati riguardano il singolo passo ed il primo di essi fa riferimento al caso in in cui non si sia verificata la condizione di "fine ciclo" (per esempio per CPIR, BC=0 oppure A=(HL)).

Ormai dovreste aver preso sufficiente dimestichezza con il linguaggio macchina da utilizzarlo come una lingua straniera; anzi, se lo avete imparato bene, dovreste cominciare a pensare direttamente in Assembler.

Il presente capitolo illusta l'ultimo blocco di istruzioni che abbiamo catalogato tra quelle piu' usate nel corso della programmazione dello Z80, mentre nei successivi presenteremo, seppure in modo piu' succinto, le istruzioni rimanenti che pur essendo importanti per una programmazione ad alto livello, vengono usate meno frequentemente nella pratica di tutti i giorni e vi sconsigliamo di farlo per lo meno prima di aver letto il capitolo sulla progettazione dei programmi in lin-

guaggio macchina.

Le istruzioni presentate in questo capitolo permettono di abbattere altri ostacoli in un sol colpo e piu' velocemente di una palla da cannone; in altri termini queste sono istruzioni che permettono di manipolare interi blocchi di dati e non un singolo byte per volta.

La piu' semplice di queste istruzioni si presenta nella forma:

CPI

e la vostra conoscenza dell'Assembler dello Z80 vi avra' gia' fatto intuire che questa istruzione ha a che fare con i confronti: ed in effetti proprio di confronti si tratta!

Il significato dell'istruzione CPI e' infatti il seguente:"confronta e incrementa" e non mancheremo di far notare che anche in questo caso uno degli operandi e' contenuto nel registro A anche se cio' appare sottinteso.

Orbene, l'istruzione CPI confronta il valore contenuto in A con quello della locazione puntata da HL ed incrementa automaticamente il valore del puntatore HL. Pertanto al termine dell'operazione la coppia di registri HL punta alla locazione di memoria successiva e quindi ripetendo ciclicamente l'istruzione CPI si possono testare piu' locazioni di memoria tra loro contigue.

Questo tipo di istruzione puo' essere utilizzato, ad esempio, per ricercare all'interno dell'intera memoria un certo valore.

```
Ricerca     CPI
            JR  NZ, Ricerca
```

In questo modo il programma continua a ciclare testando il contenuto delle varie locazioni di memoria finche' non ne trova una in cui e' contenuto il valore desiderato (il flag di zero viene alterato dalla CPI nello stesso modo di tutte le altre operazioni di confronto).

Sfortunatamente per noi questa routine, concettualmente molto semplice, presenta un grosso inconveniente: il programma continua a ciclare finche' non incontra il valore desiderato e pertanto, se questo non esiste il ciclo non ha mai fine. Per nostra fortuna pero' l'istruzione CPI fornisce altri elementi che ci permettono di porre delle condizioni di fine ciclo, dato che con essa viene anche automaticamente decrementato il valore della coppia di registri BC.
Questo fatto puo' essere infatti sfruttato per definire all'inizio del ciclo il numero massimo di volte che questo deve essere eseguito.
Ipotizzando ad esempio che il numero di locazioni di memoria da testare sia stato memorizzato nel registro C e che quindi sia inferiore a 256, la routine di ricerca puo' essere sviluppata nel modo seguente:

```
Ricerca         CPI
                JR    Z, Trovato
                INC   C
                DEC   C
                JR    NZ, Ricerca
Non trovato     ......................
                ......................
                ......................
Trovato         ......................
```

Nel caso in cui invece il numero di iterazioni debba essere superiore a 255, le istruzioni per effettuare il controllo di fine ciclo dovranno essere leggermente modificate. Vogliamo comunque porre in risalto l'uso consecutivo delle due istruzioni INC C e DEC C che permette di verificare se il valore di C e' zero. Queste due istruzioni ad 1 byte infatti influenzano entrambe il flag di zero e, dato che con un incremento ed un immediato decremento si ripristina in C il valore iniziale, alla fine di queste due istruzioni il flag di zero risultera' settato solo se dopo l'istruzione di CPI il registro C conteneva il valore 0. L'uso di questa coppia di istruzioni e' di elevata praticita' dato che permette di controllare il contenuto di un registro senza modificarlo e, cosa ben piu' importante, senza modificare neppure il contenuto degli altri registri.

Lo Z80 mette poi a disposizione un'istruzione assai simile alla CPI che permette di testare un blocco di locazioni partendo dalla fine anzicche' dall'inizio.

Questa istruzione che si presenta nella forma

```
CPD
```

(confronta e decrementa) opera nel modo seguente: esegue il confronto tra il valore di A e quello della locazione puntata da HL, decrementa il valore di HL e decrementa anche quello di BC.

Ma non basta: vi sono nel linguaggio dello Z80 delle istruzioni di confronto ancora piu' potenti! Esse sono:

```
CPIR
CPDR
```

con l'ovvio significato di "confronta, incrementa e ripeti" e "confronta, decrementa e ripeti"

Queste due istruzioni a 2 byte sono incredibilmente potenti: esse infatti autorizzano la CPU a continuare automaticamente la ricerca allo interno del blocco finche' o viene trovato il valore desiderato oppure viene ultimato il blocco. Naturalmente prima di questa istruzione devono essere inizializzati sia A che le coppie di registri HL e BC.

Dato che queste istruzioni prevedono l'uscita dal ciclo in due condizioni diverse (o si e' trovato il valore o si e' giunti alla fine/inizio del blocco) dovremo preoccuparci di verificare quale delle due condizioni si e' verificata.

Un altro fattore di cui bisogna tener conto e' la lentezza con cui queste istruzioni vengono eseguite; lentezza ovviamente in confronto ai tempi del computer. L'istruzione CPIR, ad esempio, richiede ben 21 cicli di clock per effettuare il test su un singolo byte. Supponendo anche che la macchina operi con una frequenza di 3500000 cicli al secondo, la ricerca all'interno di un blocco di 3500 bytes richiederebbe pur sempre un cinquantesimo di secondo.

Parlare in questo caso di lentezza fa un po' sorridere, dato che un cinquantesimo di secondo e' comunque un tempo molto piccolo, ma se pensate che per mantenere visibili i caratteri sullo schermo la CPU deve illuminarlo proprio ogni cinquantesimo di secondo, vi accorgete che tempi di questo genere non sono per nulla trascurabili.

Vi sono infine delle operazioni che permettono di copiare blocchi di dati in altre zone di memoria:

LDI	LDIR
LDD	LDDR

che andranno avviamente catalogate tra le istruzioni di caricamento. Nell'ordine esse vanno dunque lette nel modo seguente:

"Carica e incrementa"
"Carica, incrementa e ripeti"
"Carica e decrementa"
"Carica, decrementa e ripeti"

Facendo riferimento ora alla prima di esse, vediamo in dettaglio cosa avviene nel corso della sua esecuzione:

Carica (DE) con (HL)
Incrementa DE e HL
Decrementa BC

Notiamo per inciso che questo e' l'unico insieme di istruzioni che permette di spostare direttamente un valore da una locazione di memoria ad un'altra senza passare attraverso un registro.

I progettisti sono stati veramente furbi ad utilizzare la coppia di registri DE per rappresentare l'indirizzo della locazione in cui deve essere copiato il dato, visto che gia' il loro nome richiama il concetto di destinazione!

L'istruzione LDD opera in modo analogo alla precedente solo che anzic-

che' incrementare ad ogni passo DE e HL, li decrementa. Questa differenza risulta importante quando si ha a che fare con due aree di memoria (quella di partenza e quella di arrivo) parzialmente sovrapposte.

L'esempio seguente vuole mettere in risalto questo fatto e contemporaneamente illustrare il modo di procedere di queste istruzioni.

Supponiamo di voler utilizzare l'istruzione LDI per un programma di word processing in cui si vuole cancellare una parola da una frase. Consideriamo la frase originale:

```
Il grosso cane nero salta addosso alla volpe.
1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5
```

e supponiamo di voler cancellare la parola "nero". Per far cio' dobbiamo spostare indietro di cinque caratteri tutta la parte della frase che segue la parola "nero". Inizializziamo allora i registri DE e HL nel modo seguente:

```
DE  =  destinazione  =  carattere numero 16
HL  =  partenza      =  carattere numero 21
BC  =  contatore     =  25 caratteri
```

Utilizziamo ora l'istruzione LDI. Il suo effetto e' illustrato dallo schema seguente:

```
Prima       :  Il grosso cane nero salta addosso alla volpe.
Spostamento:                  s<---s
Dopo        :  Il grosso cane sero salta addosso alla volpe.
```

Eseguendo ancora quattro volte l'istruzione LDI si ottiene:

```
Il grosso cane saltasalta addosso alla volpe.
```

Alla fine del ciclo completo di spostamenti si otterra':

```
Il grosso cane salta addosso alla volpe.olpe.
```

Per eliminare gli ultimi 5 caratteri ormai superflui avremmo potuto aggiungere 5 spazi bianchi in coda alla frase originale ed inizializzare il contatore a 30.

Se ora vogliamo ripristinare la situazione di partenza,ricostruendo lo spazio necessario per inserire la parola "nero", non possiamo utilizzare l'istruzione LDI in modo analogo al precedente, dato che il blocco di arrivo contiene dati che a loro volta dovrebbero poi essere spostati.

Infatti se inizializziamo i registri con i seguenti valori:

```
HL  =  partenza      =  Carattere 16
DE  =  destinazione  =  Carattere 21
BC  =  contatore     =  25 caratteri
```

l'istruzione LDI produrrebbe il seguente effetto:

```
Prima       :   Il grosso cane salta addosso alla volpe.olpe.
Spostamento:                s---)s
Dopo        :   Il grosso cane saltasaddosso alla volpe.olpe.
```

E dopo 5 iterazioni la situazione sarebbe la seguente:

```
                Il grosso cane saltasaltasso alla volpe.olpe.
```

e cio' a prima vista puo' sembrare anche corretto. Ma dopo altre 5 iterazioni, ahime' il risultato e' il seguente:

```
                Il grosso cane saltasaltasaltalla volpe.olpe.
```

Questo strano risultato e' dovuto al fatto che spostando i caratteri siamo andati a scrivere sopra altri caratteri prima che questi fossero interessati a loro volta al trasferimento.
Se non siete convinti di cio' provare ad eseguire manualmente le operazioni utilizzando un foglietto per ciascun carattere.
Per essere sicuri, usando l'istruzione LDI di non andare a cancellare dei caratteri significativi, avremmo dovuto fissare il puntatore DE alla fine della frase.

Esercizio

Scrivere una piccola routine che permetta di trasferire sullo schermo il contenuto dei primi 32 bytes della ROM dello Spectrum.

Notate che essi compaiono sul video nello stesso ordine.

Provate ora a ripetere l'esperimento per 256 bytes e per 2048.

P A R T E S E C O N D A

LE ISTRUZIONI DELLO Z80 UTILIZZATE MENO FREQUENTEMENTE

SCAMBIO TRA REGISTRI

Nella prima parte del presente volume abbiamo parlato, seppur brevemente, dei guanti che la CPU utilizza per il proprio lavoro, e di come essa possa conservare delle informazioni in posti piu' accessibili delle normali locazioni di memoria infilandoli e togliendoli.

Dovete ricordare che , mentre le mani della CPU rappresentano i registri normali, non e' possibile manipolare i valori dei registri alternativi rappresentati dai guanti. Da questa considerazione risulta azzeccata l'analogia fatta con gli stessi: infatti i guanti possono mantenere la loro forma ma non possono modificare la posizione delle dita se non sono calzati su di una mano.
Per poter operare sui registri alternativi occorre scambiarli con quelli usati normalmente dalla CPU (e' necessario che la CPU si cambi i guanti per poter operare su quelli di scorta).

La prima istruzione che permette di scambiare coppie di registri e' la seguente:

```
EX   AF,AF'
```

Questa istruzione va interpretata nel seguente modo: "Scambia (Exchange) la coppia di registri AF con la coppia di registri AF'". Riprendendo l'analogia con i guanti cio' equivale a cambiare i guanti sulla coppia di mani AF. In altre parole, la CPU sfila dalle mani AF il solito paio di guanti ed infila quello di riserva (che vi ricordiamo di aver chiamato AF').

L'istruzione che permette di scambiare tra loro i guanti di tutte le altre mani e':

```
EXX
```

Essa scambia i registri nel modo seguente:

```
B    C            B'  C'
D    E   (===)    D'  E'
H    L            H'  L'
```

Questa istruzione, a prima vista molto potente, e' poco usata poiche', operando su tutte le coppie, non permette di utilizzare nessuno dei vecchi valori eccetto quello contenuto nel registro A, non coinvolto

in questa operazione.

Volendo conservare il contenuto di una particolare coppia di registri anche dopo lo scambio, si puo' far ricorso allo stack:

```
PUSH    HL
EXX
POP   HL
```

Con queste istruzioni abbiamo salvato il contenuto di BC, DE ed HL nei registri alternativi ed abbiamo ripristinato il valore in HL per i lavori futuri.

Esiste un'altra istruzione di scambio, che pero' non puo' essere considerata come un vero e proprio scambio di guanti, ed e':

```
EX    DE,HL
```

Con questa istruzione portiamo il contenuto di DE in HL e quello di HL in DE.

Essa risulta piuttosto utile, dato che alcune istruzioni possono essere eseguite utilizzando solo la coppia privilegiata HL, mentre a volte i valori su cui si vuole operare sono contenuti in DE.

BIT, SET E RESET

Tutte le istruzioni che abbiamo presentato sinora operavano su numeri di 8 o di 16 bit.

Il gruppo di istruzioni di "Bit, Set e Reset", che vi presentiamo in questo capitolo, opera invece su un singolo dito di una mano della CPU (singolo bit di un registro) e/o di una locazione di memoria.

Questo gruppo di istruzioni e' poco usato, essendo noioso operare su un singolo bit.
Per di piu' queste istruzioni, che servono a modificare un solo bit all'interno di un registro o di una locazione di memoria, risultano anche piu' lente rispetto a quelle che permettono invece di cambiare od esaminare l'intero contenuto di un registro ad 8 bit o di una locazione.

Nonostante cio', a volte capita di voler sapere se un particolare bit e' settato o no, oppure succede di dover porre a 1 un particolare bit di un registro.

Notiamo pero' che le operazioni di set e reset su particolari bit puo' essere fatta, come abbiamo visto, anche utilizzando gli operatori logici.

Le istruzioni Bit, Set e Reset, in ogni modo, ci permettono di porre a 1 o a 0 un qualsiasi bit oppure di verificarne lo stato.

Le istruzioni di SET, che permettono di porre ad 1 un determinato bit, sono:

```
SET n, r
SET n, (HL)
SET n, (IX + d)
SET n, (IY + d)
```

In esse n indica la posizione del bit da settare (ricordiamo che i bit sono convenzionalmente numerati da destra a sinistra da 0 a 7) in un registro r o in una locazione di memoria.

Queste istruzioni non alterano il registro dei flag.

Le istruzioni di RESET si presentano nella stessa forma delle precedenti e permettono di porre a zero un determinato bit di un registro o di una locazione di memoria.

Le istruzioni BIT sono invece istruzioni di test, poiche' servono a specificare in quale stato si trova un determinato bit.
Esse non cambiano il contenuto del registro o della locazione a cui il

bit appartiene ma operano sul flag di zero nel modo seguente:

Se il bit testato e' 0 allora il flag di zero e' posto a 1
Se il bit testato e' 1 allora il flag di zero e' posto a 0

Questo modo di operare puo' a prima vista generare confusione, ma vi apparira' tutto chiaro, se lo descrivete cosi': "se il bit e' zero l'indicatore di zero viene alzato (ricordiamo che abbiamo paragonato il flag ad una bandierina!) mentre se il bit non e' zero il flag rimane abbassato".

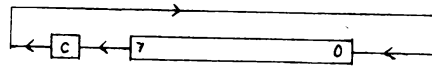
ROTATE e SHIFT

E' possibile spostare i bit di un registro in senso rotatorio da sinistra a destra e da destra a sinistra oppure traslarli semplicemente di un posto in avanti ed indietro.

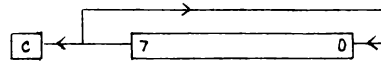
Un modo per classificare le varie istruzioni di rotazione e traslazione consiste nel considerare il modo in cui esse operano con il flag di carry, che in queste operazioni viene considerato un nono bit supplementare (il bit numero 8, secondo la convenzione di numerare i bit da 0 a 7) del registro in esame.

Alcune istruzioni di "rotate" coinvolgono infatti nelle rotazioni anche il flag di carry, di modo che il ciclo completo di rotazioni avviene su 9 bit.

La figura seguente mostra ad esempio come opera l'istruzione RLA (il significato di ogni istruzione dovrebbe esservi chiaro alla fine di questo capitolo):



Altre istruzioni di "rotate" invece coinvolgono nella rotazione solo gli 8 bit del registro. In questo caso il flag di carry assume il valore del bit che "deve fare piu' strada nel corso della rotazione". La figura seguente mostra ad esempio come opera l'istruzione RLCA.



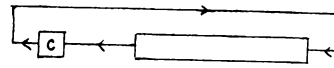
In questa rotazione verso sinistra il bit 0 e' trasferito al posto 1, il bit 1 al posto 2 e cosi' via. Il bit 7 e' trasferito sia nel flag di carry sia nella posizione 0.
Nell'istruzione RLA invece il bit 7 era trasferito nel carry e nella posizione 0 era trasferito il carry.

Rotazioni a sinistra

Vi sono, come abbiamo visto, due tipi fondamentali di rotazioni:

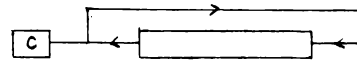
* ROTATE LEFT REGISTER in cui la rotazione avviene su nove bit come illustrato per RLA

RLA - "Rotate Left Accumulator"
RL r - "Rotate Left Register "



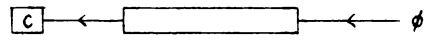
* ROTATE LEFT CIRCULAR - la parola "circular" sta ad indicare che la rotazione avviene solo sugli 8 bit del registro, come illustrato per l'istruzione RLCA.

RLCA	- "Rotate Left Circular A"
RLC r	- "Rotate Left Circular register"
RLC (HL)	- "Rotate Left Circular (HL)"
RLC (IX + d)	- "Rotate Left Circular (IX + d)"
RLC (IY + d)	- "Rotate Left Circular (IY + d)"



Mentre esistono piu' modi per effettuare la rotazione da destra a sinistra, vi e' una sola istruzione che permette la traslazione a sinistra e puo' essere applicata solo al registra A:

SLA - "Shift Left Accumulator"

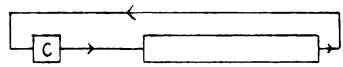


Questa istruzione fa si' che il bit 7 venga trasferito nel carry, che i bit da 0 a 6 vengano traslati in avanti di un posto e che il bit 0 assuma il valore 0. Cio' equivale a moltiplicare per 2 il valore contenuto originariamente nell'accumulatore, assegnando al carry un eventuale riporto. (Provate ad eseguire l'operazione di SLA con il valore 80H).

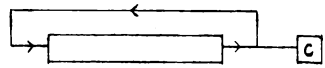
Rotazioni a destra

Anche in questo caso abbiamo due tipi di rotazione, ma questa volta essa avviene in senso antiorario. Le forme in cui si possono presentare le istruzioni di rotazione a destra sono analoghe a quelle per la rotazione a sinistra.

```
RRA    -   "Rotate Right Accumulator"
RR r   -   "Rotate Right register"
```

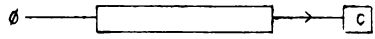



```
RRCA      -    "Rotate Right Circular A"
RRC r     -    "Rotate Right Circular register"
RRC (HL)  -    "Rotate Right Circular (HL)"
RRC (IX+d)-    "Rotate Right Circular (IX+d)"
RRC (IY+d)-    "Rotate Right Circular (IY+d)"
```



Esiste anche l'equivalente per la traslazione:

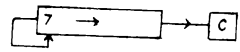
```
SRL r - "Shift Right Logical register"
```



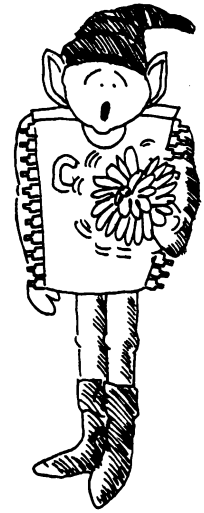
In questo caso l'istruzione rappresenta la divisione per 2 considerando il valore contenuto nel registro come un numero naturale compreso tra 0 e 255.

Dato pero' che in molte applicazioni si utilizza la convenzione su numeri relativi (con 8 bit quindi si rappresentano i valori tra -128 e +127), lo Z80 mette a disposizione una nuova operazione di shift a destra che permette di conservare il segno:

SRA r - "Shift Right Aritmetic register"



Anche in questo caso viene effettuata la divisione per 2 ma viene conservato il valore del bit di segno.



IN e OUT

Le due istruzioni di IN e OUT rappresentano concettualmente operazioni piuttosto semplici che sicuramente vi troverete a dover usare una volta o l'altra.

Vi sono infatti casi in cui la CPU deve ricevere informazioni dal mondo esterno ("La CPU non vive forse in un'isola?") come ad esempio quando deve ricevere dati dalla tastiera o dal registratore a cassette.

Questi per la CPU sono lontani territori stranieri e purtroppo essa, come del resto tutte le brave CPU, non vuole mai lasciare la propria casa. Pertanto, si limitera' ad aprire una porta affinche' le siano consegnate le informazioni inviatele. La CPU non sa, ne' deve preoccuparsi di sapere, come lavora il registratore. L'unica cosa che deve conoscere e' a quale porta bussera' il postino per consegnare o ricevere informazioni. Il chip Z80 permette di selezionare ben 256 porte, ma il numero di porte realmente esistente e' in genere minore e dipende da come e' stato costruito l'hardware del computer. Nel caso dello Spectrum Sinclair la CPU puo' comunicare solo con tastiera, video, stampante e registratore.
Altro argomento che non deve interessare alla CPU e' il modo in cui i dati vengono trasmessi. Anche in tal caso l'unica cosa che le interessa e' che i dati che entrano od escono dalla porta abbiano tutti la forma di valori binari a 8 bit (1 byte).

La tastiera ed il registratore sono entrambi al di la' della porta FEH (254 in decimale), cosicche', per acquisire un dato da tastiera, useremo l'istruzione

```
IN A,(FE)
```

Utilizzando questa istruzione potete ora provare da soli a vedere qual'e' il codice esadecimale usato dallo Spectrum per rappresentare ognuno dei 40 tasti della tastiera.

La risposta sara' ben diversa da quella che vi aspettate: la tastiera fornisce informazioni su al piu' 5 tasti per volta, e questo perche' e' il valore contenuto in A nel momento in cui viene aperta la porta che determina quale blocco di 5 tasti deve essere esaminato!

La tastiera, in effetti, e' divisa in 4 righe, ciascuna delle quali e' a sua volta divisa in due blocchi di 5 tasti ciascuno:

```
3 ==>     1  2  3  4  5    6  7  8  9  0  (== 4
2 ==>     Q  W  E  R  T    Y  U  I  O  P  (== 5
1 ==>     A  S  D  F  G    H  J  K  L N/L (== 6
0 ==>   SFT  Z  X  C  V    B  N  M  . SPC (== 7
```

Potete vedere che vi sono 8 blocchi a ciascuno dei quali e' correlato un bit del registro A.

Quando la porta si apre devono essere settati (=1) tutti i bit di A, fatta eccezione per quello che specifica il blocco di tasti che deve essere letto.

Potete pensare a cio' come a qualcosa molto simile ad una segreta stretta di mano tra la CPU e l'amico del cuore, per cui, quando essa apre la porta perche' ha bisogno di informazioni, la stretta di mano fa capire a quest'ultimo da quale parte della tastiera deve prelevare le informazioni da dare alla CPU.

Cosi', se vogliamo leggere i tasti del blocco "1 2 3 4 5", dobbiamo porre a zero il bit numero tre di A:

```
A = 1 1 1 1  0 1 1 1 = F7H
```

Le informazioni su questi tasti vengono rinviate dalla tastiera associando ad ogni tasto uno dei bit piu' bassi del registro A.

```
Tasto "1"  =>  Bit 0 di A
Tasto "2"  =>  Bit 1 di A
```

e cosi' via.
Se invece fosse stato selezionato il gruppo 4 della tastiera (A = EFH), si sarebbe ottenuto il seguente schema:

```
Tasto "0"  =>  Bit 0 di A
Tasto "9"  =>  Bit 1 di A
```

Come avete visto, le informazioni che entrano in A dall'esterno vengono selezionate prima, dato che ad esempio al bit numero 0 del registro A puo' essere associato indifferentemente sia il tasto "0" sia il tasto "1".

In molti giochi interattivi risulta pero' conveniente poter leggere contemporaneamente tutta una riga di tasti anziche' un blocco di 5 tasti alla volta.

Si puo' ottenere cio' raggirando l'amico del cuore della CPU, in modo che trasmetta contemporaneamente due blocchi di informazioni. E' sufficiente cioe', quando si selezionano i blocchi, porre a zero due bit del registro A, e non uno solo:

```
A = 1 1 1 0  0 1 1 1 = E7H
```

In questo caso i bit azzerati sono il numero 3 ed il numero 4.

Una stretta di mano di questo tipo dice all'amico del cuore che la CPU

ha bisogno delle informazioni relative a due blocchi. Pertanto corre a prelevarle da entrambi i blocchi interessati, consegnandole pero' mescolate tra loro, per cui non vi e' possibile saper se si tratta del tasto "0" o del tasto "1", essendo entrambi associati allo stesso bit.

```
"1"  o  "0"  -) Bit 0 di A
"2"  o  "9"  -) Bit 1 di A
```

e cosi' via.

Nonostante cio', poter testare due blocchi contemporaneamente risulta di notevole utilita' specialmente nei giochi di movimento, in quanto permette ad esempio di utilizzare i tasti "8" e "5", che appartengono a blocchi diversi della tastiera, per rappresentare spostamenti verso destra e verso sinistra.

Se utilizziamo l'istruzione

```
IN r, (C)
```

(anziche' IN A,(porta)), dove C sta ad indicare la porta selezionata, e' B a specificare il blocco della tastiera che deve essere letto.

Le altre porte che possono interessarci sono quelle collegate con la trasmissione in ingresso od in uscita di dati da/per il registratore a cassette.

Come abbiamo gia' detto si tratta ancora della porta FE. In questo caso il maggior problema da affrontare e' quello della corretta sincronizzazione per le operazioni di lettura e scrittura. Questo tipo di problema puo' essere affrontato solo dopo aver maturato una buona esperienza di programmazione in linguaggio macchina, poiche' richiede il calcolo preciso dei tempi necessari sia per l'esecuzione delle singole operazioni, sia per le operazioni meccaniche di lettura e scrittura di un dato da cassetta.

L'istruzione OUT e' usata anche per generare suoni o per scegliere il colore dello sfondo.

Nel manuale dello Spectrum viene presentato il comando OUT tra i comandi BASIC. Orbene, la programmazione in Assembler del comando OUT e' esattamente la stessa. In altre parole, i bit 0, 1 e 2 definiscono il colore, il bit 3 manda un segnale agli attacchi per MIC e EAR mentre il bit 4 manda un segnale all'altoparlante interno.

Per cambiare il colore di sfondo basta caricare in A il valore associato al colore voluto e poi eseguire l'istruzione OUT (FE), A. Notiamo che cio' comporta solo un cambiamento TEMPORANEO del colore. Se si vuole ottenere una variazione permanente non solo bisogna usare l'istruzione OUT, ma variare anche il contenuto della locazione di memo-

ria 23624, che e' quella in cui il sistema operativo ha allocato la variabile BORDCR (vedi manuale dello Spectrum).

La ragione di cio' sta nel fatto che e' l'hardware dello Spectrum (il chip ULA) che controlla il colore di sfondo e questo chip riceve le sue informazioni guardando il contenuto di questa particolare locazione di memoria.

E' possibile interrompere l'azione dell'hardware sul colore solo disabilitando tutti gli interrupt (istruzione DI). Notiamo a tale proposito che le interruzioni vengono riabilitate automaticamente da alcune delle routines di ROM (istruzione EI).

Generazione di suoni

Sullo Spectrum potete generare delle musiche, ma fate attenzione che vi sono delle limitazioni nei suoni generabili, specie nella versione a 16K, dovute alle caratteristiche dell'hardware.

Poiche' il video deve essere costantemente illuminato, l'hardware interrompe regolarmente lo Z80 per fargli eseguire la routine di visualizzazione di cio' che e' contenuto nel display file, generando cosi' delle routines di ritardo nel programma (interruzione di tipo WAIT).

Cio' produce l'effetto di rendere impossibile la realizzazione di programmi che richiedono una perfetta sincronizzazione, poiche' non e' possibile prevedere l'effetto prodotto da queste interruzioni di tipo WAIT sui tempi.

Fortunatamente lo Spectrum a 48K e' stato progettato in modo tale che lo Z80 possa venir interrotto solo se sta eseguendo un programma contenuto nei primi 16K di memoria, mentre se il programma ed i dati a cui lo Z80 deve accedere sono contenuti su ROM oppure in locazioni disposte oltre i 32K di memoria le interruzioni non intervengono.
Si puo' riassumere tutto cio' in questo modo: se disponete solo di uno Spectrum a 16K, potete produrre musica ugualmente con il comando OUT, ma sappiate che il suono non risultera' perfetto. In alternativa, potete utilizzare la routine di sistema BEEP presentata nel capitolo dedicato all'architettura dello Spectrum.

Per creare musica e' necessario inviare un impulso che azioni l'altoparlante (e/o le connessioni MIC, se disponete di un amplificatore), e dopo un brevissimo intervallo di tempo e' necessario inviarne un altro per disattivarlo. E cosi' di seguito: un impulso per attivarlo ed uno per disattivarlo, ...

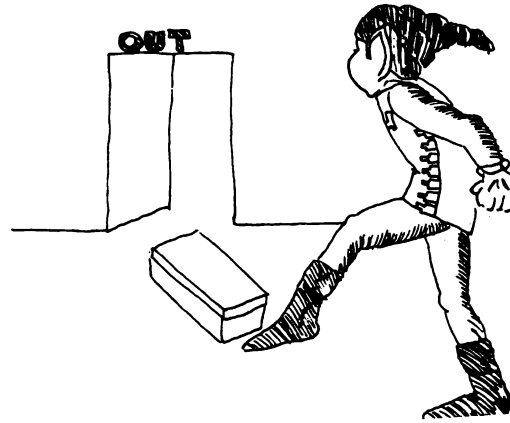
Potete generare in tal modo suoni diversi, poiche' la frequenza del suono stesso dipende dal periodo di tempo intercorrente tra due segnali di attivazione dell'altoparlante. La lunghezza del periodo di tempo

in cui viene lasciato in ON l'altoparlante (che corrisponde poi al tempo intercorrente tra l'impulso ON e quello OFF) vi permette invece di mantenere un grado minimo di controllo sul volume del suono.

Fate attenzione ai valori di A che utilizzate per lanciare i segnali di ON e di OFF, poiche' potrebbero anche modificare lo sfondo dello schermo. Il susseguirsi delle note dovete altrimenti vederlo come un insieme di caricamenti di particolari valori in A. Lo spartito diventa quindi un programma!

Esercizio

Scrivete una routine che simuli il suono di una sirena d'ambulanza (alternarsi di frequenze basse ed alte). Fate attenzione a mantenere la stessa frequenza per un certo periodo di tempo, prima di passare alla frequenza successiva.



RAPPRESENTAZIONE BCD

Il codice BCD (Binary Coded Decimal) permette di rappresentare informazioni in formato decimale.

Per codificare le dieci cifre decimali sono sufficienti quattro bit e tra le possibili configurazioni che essi possono assumere solo 10 vengono utilizzate in BCD, mentre le altre sei rappresentano codici non validi.

Da cio' consegue che in un byte possono essere rappresentate due cifre decimali. La rappresentazione BCD per l'appunto associa ad ogni cifra decimale il corrispondente valore binario espresso su quattro bit.

Ad esempio:

```
00000000    e' la rappresentazione BCD del valore decimale 00.
10011001    e' la rappresentazione BCD del valore decimale 99.
```

Provate ora ad individuare il codice BCD dei valori decimali 58 e 10. La configurazione binaria 10100000 rappresenta secondo voi un codice utilizzabile in BCD?

Aritmetica BCD

Questo nuovo modo di rappresentare i dati genera numerosi problemi nelle operazioni aritmetiche di addizione e sottrazione.
Proviamo ad esempio ad eseguire in BCD la somma tra 8 e 3:

```
BCD     08      0000 1000   +
BCD     03      0000 0011   =
-----------------------------
BCD     11      0000 1011
```

Appare evidente che il risultato binario dell'operazione non coincide con il codice BCD del numero 11. Per ottenere il risultato corretto dovremmo utilizzare una particolare istruzione di "correzione" detta DAA (Decimal Adjust Addition) che somma 6 al risultato dell'addizione se il valore degli ultimi 4 bit supera 9.

L'esempio precedente mostra che nella rappresentazione BCD occorre tener conto di un eventuale riporto intermedio (half carry) derivante dall'addizione tra i quattro bit bassi degli operandi, e che tale riporto deve poi influenzare il valore del primo bit del gruppo dei quattro bit piu' significativi.

In altre parole, eseguendo le operazioni in BCD un eventuale riporto sulla prima cifra BCD deve essere addizionato al valore ottenuto per

la seconda.

Per effettuare questo tipo di operazione bisogna tener conto del valore assunto dal flag H (half carry) nel corso della stessa.

```
LD  A,  12H      ;carica in A il valore BCD 12
ADD A,  24H      ;somma il valore BCD 24
DAA              ;eventuale correzione del risultato
LD (indirizzo),A;memorizzazione risultato
```

E' molto improbabile che nei vostri programmi vi troviate nella necessita' di operare in codice BCD, ma per completezza abbiamo voluto per lo meno accennare al fatto che lo Z80 supporta questo tipo di rappresentazione e che il suo linguaggio comprende anche istruzioni, quali la DAA, che permettono di manipolare valori espressi in tal modo.

INTERRUZIONI

Una interruzione e' un segnale inviato al microprocessore, il quale generalmente produce una sospensione del programma in esecuzione senza che il programma stesso se ne accorga.

Lo Z80 e' abilitato a ricevere tre tipi di interruzione: richieste provenienti dal bus (BUSRQ), interrupt non mascherabili (NMI) ed interruzioni semplici (INT).

Per quanto riguarda la programmazione, le uniche interruzioni che ci interessano sono quelle di tipo mascherabile (INT).

Esistono due istruzioni che permettono di mascherare questo tipo di interruzione: l'istruzione DI (disable interrupt) che disabilita le interruzioni (mascheramento) e l'istruzione EI (enable interrupt) che effettua l'operazione inversa.

In genere un'interruzione ordinaria genera un salvataggio sullo stack del valore del program counter riferito al programma in esecuzione ed un salto alla pagina zero della ROM con un'azione tipica di RST. La routine di gestione dell'interruzione deve terminare con un'istruzione di RETI (return from interrupt).

Nel corso normale delle operazioni lo Spectrum si trova nello stato EI (abilitazione degli interrupt), infatti, come abbiamo gia' avuto occasione di affermare, un programma utente viene interrotto 50 volte al secondo solo per permettere l'esecuzione della routine di sistema operativo predisposta a mantenere l'illuminazione del video.

Per rendere piu' veloce l'esecuzione del vostro programma potete disabilitare le interruzioni. In tal modo pero' non potete usare la tastiera finche' il programma e' in esecuzione. Non solo, ma dovete anche ricordarvi di riabilitare le interruzioni alla fine del vostro programma, altrimenti il sistema rimane nell'impossibilita' di ricevere segnali dalla tastiera!

ISTRUZIONI DI RESTART (RST)

Questa e' una delle eredita' pervenute dal microprocessore 8080, che e' stata mantenuta per garantire la compatibilita'. Cio' significa che nei vostri programmi utilizzerete ben difficilmente questo tipo di istruzione.

L'istruzione RST puo' essere considerata come una chiamata ad una subroutine, con la precisazione che il sottoprogramma chiamato deve necessariamente iniziare in una delle seguenti locazioni disposte tra le prime 256: 00H, 08H, 10H, 18H, 20H, 28H, 30H, 38H.

Poiche' le routines ad essa collegate sono richiamate molto frequentemente, l'istruzione RST, che occupa un solo byte e viene eseguita piu' celermente dell'istruzione CALL, risulta essere notevolmente vantaggiosa. Uno svantaggio consiste invece nel fatto che essa permette di indirizzare solo 8 locazioni di memoria ben precise.
Inoltre, dato che tutte queste locazioni fanno parte di una memoria ROM, non potete usare le RST per richiamare routines scritte da voi. Potete invece usare questa istruzione ogni qual volta vogliate richiamare, nel corso del vostro programma, una delle 8 routines citate, presenti nella ROM. E' ovvio che per questo occorre sapere esattamente che cosa facciano queste routines.

Per saperne di piu' sull'istruzione RST potete leggere il volume del Dr. Ian Logan dal titolo "UNDERSTANDING YOUR SPECTRUM".

P A R T E T E R Z A

PROGRAMMAZIONE DELLO SPECTRUM

PROGETTAZIONE DI UN PROGRAMMA IN LINGUAGGIO MACCHINA

La programmazione in linguaggio macchina e' estremamente flessibile e permette di fare un po' di tutto.

Inoltre va notato che, poiche' tutti i linguaggi ad alto livello derivano in qualche modo dal linguaggio macchina, non esiste programma Fortran o Cobol o BASIC che non possa essere realizzato anche in linguaggio macchina, con l'ulteriore vantaggio di ottenere un'esecuzione molto piu' veloce.

A volte pero' questa enorme flessibilita' puo' trasformarsi per un programmatore incauto in un trappola, poiche' da' la liberta di operare come meglio credete.
Ad esempio, non vi e' alcun blocco dovuto a test sulla correttezza lessicale e sintattica delle istruzioni, contrariamente a quanto succede invece per l'interprete BASIC dello Spectrum.

Poiche' nella programmazione in linguaggio macchina trasmettete numeri che dovrebbero rappresentare istruzioni di un tipo o di un altro, la CPU ve li elaborera' in ogni caso.

Ma la programmazione in linguaggio macchina, oltre al controllo sulla correttezza sintattica delle istruzioni, non vi pone vincoli sulla impostazione logica del programma; potete infatti usare a piacimento funzioni, salti, ecc. che potrebbero risultare vietati dalla sintassi dei linguaggi ad alto livello.

Per questo motivo e' estrememente importante imporsi un'autodisciplina nella stesura dei programmi in linguaggio macchina. Non insisteremo mai abbastanza nell'invito ad utilizzare un approccio ai problemi di tipo "top-down" non solo nella programmazione in generale, ma anche e soprattutto in quella in linguaggio macchina.

L'approccio "top-down" vi obbliga a suddividere il problema in tante piccole unita', in modo da poter controllare la logica del vostro progetto senza dover passare attraverso lunghi periodi di codifica.

Per illustrare questo metodo facciamo un esempio.

Supponiamo di dover scrivere un programma per un atterraggio lunare

```
ISTR        Visualizzazione istruzioni per l'utente
            Torna indietro ad ISTR finche' non e' battuto il tasto
            <ENTER>
SCENA       Disegna lo scenario lunare e poni il veicolo in posi-
            zione di partenza
DISCESA     Fa scendere il veicolo
                Se il carburante e' finito, allora salta a CRASH
                Se non ha toccato terra, torna a DISCESA
ATTERRATO   Comunica le tue congratulazioni
                Salta indietro ad ISTR per una nuova partita
CRASH       Comunica la tua commiserazione per l'errato allunaggio
                Salta indietro ad ISTR per una nuova partita
```

Notiamo che questo "programma" e' scritto completamente in italiano, poiche' a questo livello di analisi non e' ancora necessario decidere se verra' poi scritto in BASIC od in linguaggio macchina.
Infatti la logica generale del programma di atterraggio lunare non dipende in alcun modo dal linguaggio che verra' in seguito scelto per la codifica.

Passiamo ora ad effettuare un test logico su quanto abbiamo scritto. Mettetevi nei panni del computer e vedete se tutte le possibilita' che potrebbero verificarsi sono state contemplate.

Vi sono salti a qualcosa che pensavamo di scrivere e che poi invece abbiamo dimenticato? Abbiamo scritto tutti i blocchi necessari? Vi e' qualche blocco inutile? Dobbiamo aggiungere qualcosa all'interno di qualche subroutine?

Bene, diamo un'occhiata al nostro programma: oh, oh, ci siamo dimenticati di far terminare prima o poi il programma!

Il programma, come e' stato concepito, ripete automaticamente l'esecuzione dopo ogni partita senza darvi la possibilita', quando siete stanchi del gioco, di interromperlo. Per permettere al giocatore, alla fine di ogni partita, di decidere se giocare ancora o no, modifichiamo l'ultima parte del programma:

```
ATTERRATO   Comunica le tue congratulazioni
                Salta a FINE
CRASH       Comunica la tua costernazione per l'errato allunaggio
FINE        Chiedi al giocatore se ha finito di giocare
                Se no, salta ad ISTR
                Se si', STOP
```

Vogliamo farvi notare che i riferimenti (label) che abbiamo usato per contrassegnare alcune linee di programma, per quanto abbreviati, permettono di individuare la funzione che il programma compie alla linea stessa. Cio' risulta molto utile sia per la progettazione dei moduli, sia per la loro correzione.

Ora che abbiamo concluso l'analisi a questo primo livello, passiamo al livello successivo sviluppando di volta in volta ciascuno dei moduli individuati nella fase precedente. Questo tipo di analisi parte quindi da un'analisi sommaria e man mano scende nei dettagli, sviluppandosi quindi "dall'alto in basso" (top-down).

Per proseguire nel nostro lavoro ampliamo ad esempio il modulo di FINE:

```
FINE            Cancella il video
                Comunica "Avete finito di giocare?"
                Ricevi la risposta da tastiera
                Se risposta = si', allora STOP
                Salta ad ISTR
```

Osserviamo per inciso che sviluppando l'analisi col metodo top-down potete controllare e provare separatamente ogni singolo modulo non appena e' finito, in modo da trovarlo pronto al momento di costruire il programma completo.

Scendiamo ancora ad un livello piu' basso di astrazione e sviluppiamo la linea:

```
                Cancella il video
```

A questo livello di analisi si rende indispensabile decidere in quale linguaggio vogliamo scrivere il nostro programma (ovviamente noi scegliamo il linguaggio macchina del Sinclair).

Se avessimo scelto l'interprete BASIC, la funzione di cancellazione del video sarebbe stata di semplice realizzazione:

```
900 CLS
```

Per la programmazione in linguaggio macchina, invece, la frase "Cancella il video" e' piuttosto ingannevole. Non si tratta infatti di una vera e propria cancellatura, ma di assegnare ad ogni posizione del video il carattere "spazio bianco" (blank).

La routine di "cancellazione" puo' quindi essere sviluppata come segue:

```
CANCELLA        Cerca l'inizio dell'area di memoria destinata al
                display file
                Riempi le successive  6144 posizioni con dei "blank".
```

Come vedete, non abbiamo ancora fatto alcuna codifica, ma lo sviluppo ha tenuto conto del fatto che la codifica finale avverra' in linguaggio macchina.

Prima di passare alla realizzazione di questa semplice routine richiamiamo alcune informazioni che si possono trovare nel manuale dello Spectrum.

L'insieme di dati che forniscono l'immagine del video in memoria e' formata da 6144 bytes che costituiscono il display file e da altri 768 bytes che costituiscono il file degli attributi e descrivono il colore di stampa, quello di sfondo e cosi' via.

La routine di cancellazione da noi progettata teneva conto del display file ma non agiva in alcun modo nel file degli attributi e quindi, variando all'interno del video il colore di sfondo (paper colour) od attivando le funzioni di flash o di bright (vedi manuale dello Spectrum) per qualche posizione, la cancellazione sarebbe avvenuta in modo imperfetto.

Perche' tale operazione risulti corretta occorre introdurre nella routine di cancellazione anche un blocco che uniformi il file degli attributi. (Vedete come e' complesso realizzare una routine di questo tipo in linguaggio macchina, routine che invece in BASIC risultava addirittura banale).

Tenendo conto di quanto sopra detto, riscriviamo il nostro programma nel seguente modo:

```
CANCELLA    Cerca l'inizio del file display
            Poni nelle successive 6144 locazioni dei "blank"
            Cerca l'inizio del file degli attributi
            Poni nelle successive 768 locazioni il valore relativo al
            colore voluto.
```

E finalmente siamo giunti all'ultimo stadio: quello della codifica. Anche in questo caso sviluppiamo solo una parte della routine di cancellazione: quella che permette di riempire il video di spazi bianchi.

```
CANCELLA    LD   HL,VIDEO       ;inizio del display file
            LD   BC,6144        ;numero di byte da "cancellare"
            LD   D,0            ;D="blank"
CICLO       LD   (HL),D         ;caricamento del "blank"
            INC  HL             ;passaggio alla locazione  successiva
            DEC  BC             ;decremento del contatore
            LD   A,B
            OR   C              ;test per vedere se BC = 0
            JR   NZ,CICLO       ;ripeti se il test  non ha dato esito positivo
```

Come avete potuto notare questo tipo di analisi permette di scomporre anche problemi molto complessi in moduli abbastanza lineari, che possono essere facilmente codificati in linguaggio macchina.
Da questo breve esempio avrete anche capito il motivo che ha portato ad inventare linguaggi ad alto livello: per rendere molto piu' semplici alcune operazioni che risultano complesse da programmare in linguaggio macchina!

Esercizi:

Vi possono essere modi diversi per realizzare una routine come quella per la cancellazione del video, e pensiamo che realizzare la routine CANCELLA in altro modo possa essere per voi un buon esercizio.

Esercizio 1:

Provate a scrivere il programma per riempire con 6144 blank le posizioni del display file senza utilizzare la coppia di registri BC, ma facendo riferimento solo al registro B ed usando l'istruzione DJNZ.

Esercizio 2:

Provate ora a realizzare lo stesso programma facendo uso dell'istruzione piu' potente LDIR.

Attenzione all'uso dell'istruzione LDIR: infatti non e' necessario, per ottenere l'effetto voluto, che in memoria vi sia gia' da qualche parte un blocco di 6144 bytes contenente blank!

Risposte:

Poiche' vi possono essere piu' soluzioni diverse al problema proposto non e' detto che se la vostra soluzione e' difforme dalla nostra essa sia errata. L'unico test di correttezza possibile consiste nel far eseguire il programma e vedere se fa effettivamente quello che vi eravate proposti! Diamo comunque ora le nostre soluzioni:

Programma con l'uso di DJNZ:

```
CANCELLA    LD  HL,VIDEO        ;
            LD  A,0             ;
            LD  B,24            ;Poni B=24
CICLO EST   PUSH BC             ;salva il valore di B
            LD  B,A             ;Predisponi il contatore per
                                ;256 iterazioni
CICLO INT   LD  (HL),A          ;
            INC HL              ;Carica "blank" in 256 locazio-
                                 ni
            DJNZ CICLOINT       ;
            POP BC              ;ripristina il valore di B sal-
                                 vato
            DJNZ CICLOEST       ;ripeti tutto finche' hai fini-
                                 to
```

Abbiamo cosi' realizzato un ciclo di 6144 iterazioni ripetendo il ciclo interno 24 volte (24*256=6144).

Note:

Possiamo inizializzare il contatore B a zero per ottenere 256 iterazioni attraverso l'istruzione DJNZ. (Perche'?)
Una procedura di questo tipo non e' utilizzata normalmente in un programma; essa infatti risulta conveniente solo se si vuole utilizzare il registro C per altri scopi.

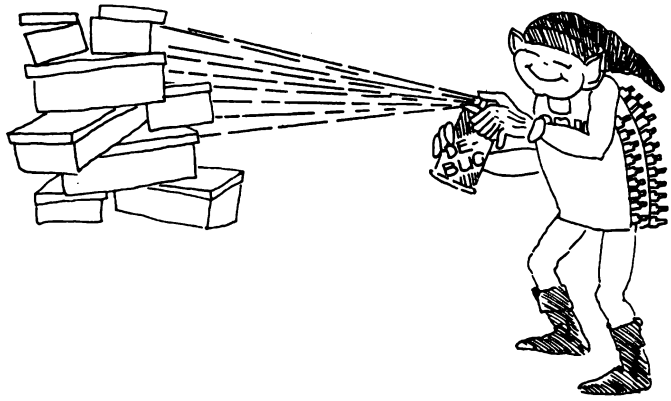
Programma con l'uso di LDIR:

```
CANCELLA    LD HL,VIDEO         ;inizio blocco di origine
            PUSH HL
            POP DE
            INC DE              ;inizio blocco di destinazione
                                ;DE = HL + 1
            LD BC,6144          ;inizializzazione contatore
            LD (HL),0           ;carica nella prima posizione
                                ;il "blank"
            LDIR                ;ciclo di spostamento
```

Notiamo che per ottenere DE = HL + 1 abbiamo prima posto DE = HL e poi ne abbiamo incrementato il valore. Lo stesso risultato poteva essere raggiunto caricando direttamente in DE l'indirizzo VIDEO +1, ma cio' avrebbe richiesto un byte in piu'!

Questo programma tiene conto del fatto che i due blocchi di origine e di arrivo sono parzialmente sovrapposti e pertanto nel corso dell'iterazione il dato spostato e' sempre un "blank". Abbiamo in pratica usato l'istruzione LDIR come nel problema presentato nel capitolo sui blocchi di dati, traendone pero' questa volta un vantaggio.

Per concludere osserviamo che il primo metodo da noi proposto richiede 14 bytes, il secondo 16 ed il terzo 13.



STRUTTURA DEL SISTEMA ZX SPECTRUM

E' giunto il momento di dare un'occhiata alla struttura interna del nostro calcolatore ZX Spectrum, poiche' da essa possiamo trarre utili informazioni per la programmazione in linguaggio macchina.

Input : Tastiera

Per quanto riguarda l'input, ignoriamo per il momento di proposito la cassetta magnetica e rivolgiamo la nostra attenzione solo alla tastiera.

La tastiera e' l'unico organo di input che garantisca una comunicazione real-time. Essa puo' influire sull'esecuzione di un qualsiasi programma, sia esso di sistema operativo (posto su ROM) oppure utente (posto su RAM).

Logicamente possiamo vedere la tastiera come una matrice bidimensionale formata da 8 righe e 5 colonne, come illustrato nell'appendice A. Ognuna delle quaranta intersezioni rappresenta un tasto della tastiera. Normalmente (quando non vi sono tasti schiacciati) essi si trovano nello stato alto, il che equivale a dire che ciascuna intersezione assume il valore logico 1.

Quando viene premuto un tasto, se non addirittura "pressato", l'intersezione ad esso corrispondente sulla matrice passa allo stato basso, che corrisponde al valore logico 0.

Conoscendo la relazione esistente tra la tastiera e la sua rappresentazione matriciale interna, possiamo trovare un modo logico per controllare lo stato della tastiera, che possa essere utilizzato nella programmazione in linguaggio macchina.

In BASIC per leggere la tastiera si poteva utilizzare la funzione IN, la quale aveva come argomento l'indirizzo della mezza fila di tasti in cui erano compresi quelli da controllare (vedi manuale dello Spectrum, capitolo sulle porte di INPUT/OUTPUT).

In modo analogo, in un programma in linguaggio macchina occorrera' caricare nell'accumulatore il valore corrispondente all'indirizzo della mezza fila di tasti che si vuole controllare. Questi particolari valori, che servono a selezionare blocchi di tasti, sono inseriti nella colonna estrema a sinistra della tabella in appendice A.

Ad esempio, per la mezza riga che va dal tasto H al tasto ENTER il valore da caricare in A e' BFH.

```
LD  A, BFH
```

Il valore di A viene quindi usato per individuare il byte che contiene lo stato dei tasti di quella particolare mezza riga, e viene trasmesso ad A quando viene eseguita l'istruzione di INPUT. Nel caso della tastiera, la porta utilizzata e' la FEH. L'istruzione di INPUT pertanto risulta essere:

```
IN  A,  (FEH)
```

Essendoci cinque tasti per ogni mezza riga, risultano significativi solo i cinque bit piu' bassi del valore trasmessa ad A.
Se in quella mezza riga non risulta premuto nessun tasto, il valore dei primi cinque bit di A sara' dato da

(2**4 + 2**3 + 2**2 + 2**1 + 2**0) = 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 31.

registro A = xxx11111 quando non sono stati premuti tasti

Per verificare se il tasto all'estrema destra e' premuto dovremo vedere se il bit numero zero e' allo stato basso.

Vi sono due modi per effettuare questo controllo:

1) Utilizzare l'istruzione BIT (per esempio BIT 0,A)
   Se il bit e' allo stato basso il flag di zero viene posto a 1.
2) Utilizzare l'istruzione logica AND (per esempio AND 1)
   Se il bit e' allo stato basso, il risultato dell'operazione e' 0 e pertanto il flag di zero risulta settato.

Il primo metodo risulta conveniente quando si puo' specificare direttamente nell'istruzione BIT il particolare bit che si vuole controllare. Esso non si puo' utilizzare pero' nel caso si vogliano controllare contemporaneamente gli stati di due bit appartenenti alla stessa mezza riga della tastiera, poiche' non possono essere attivate contemporaneamente due istruzioni di Bit-test e due diversi salti condizionati. Quindi, se vogliamo controllare lo stato dei due bit 0 ed 1 dobbiamo operare nel modo seguente:

```
          BIT 0,   A       ;il bit 0 di A e' settato o no?
          JR  Z, NOSET     ;salta se non e' settato
          BIT 1,   A       ;il bit 1 di A e' settato o no?
          JR  Z, NOSET     ;salta se non e' settato
            .....
            .....
           blocco di istruzioni  da eseguire se  entrambi i bit sono
           settati
            .....
NOSET       .....
            .....
```

Il secondo metodo presentato richiede un ragionamento logico un po' piu' sottile. Per vedere il valore del bit 0 utilizzeremo l'istruzione

AND 1; per vedere il valore del bit 1 useremo l'istruzione AND 2; per vedere il valore del bit 2 utilizzeremo l'istruzione AND 4, e cosi' via.

Per controllare il valore di due bit contemporaneamente useremo l'istruzione "AND x", dove x rappresenta il valore ottenuto sommando il valore reale dei singoli bit interessati all'operazione.

Per esempio, per testare lo stato dei bit 0 e 1 di A useremo l'istruzione AND 3.

In particolare, per controllare se entrambi i bit 0 ed 1 sono settati (tasti non pressati) useremo le istruzioni:

```
AND     3           ;controllo sui bit 0 ed 1 di A
CP      3           ;sono entrambi settati (=1)
JR      NZ   NO     ;salto se non lo sono
...
...
```

Per vedere invece se almeno uno e' posto sullo stato alto possiamo usare la forma:

```
AND     3           ;test sullo stato dei bit 0 ed 1
JR      Z,NESSUNO   ;salto se neppure uno e' settato
...
...
```

Esercizio

Per ricapitolare quanto abbiamo detto sulla tastiera, potete costruire una subroutine in linguaggio macchina che si blocchi finche' non viene premuto il tasto <ENTER>

Questo programma deve contenere le istruzioni che:
a. permettano di selezionare la mezza riga in cui e' posto il tasto <ENTER>
b. selezionino per l'INPUT la porta FEH
c. controllino se il bit associato al tasto <ENTER> ha il valore 0 od il valore 1

Output - Immagine video

Il video e' sicuramente lo strumento principale usato dal computer per comunicare con voi.

Il seguente programma in linguaggio macchina vi permettera' di focalizzare il modo in cui sono organizzate le informazioni relative al video all'interno dello Spectrum.

```
210040    LD   HL,4000H        ;poni  in H l'indirizzo della prima lo-
                               ;cazione assegnata al display file
36FF      LD   (HL), FFH       ;riempi  quella  locazione  del display
                               ;file
110140    LD   DE,4001H        ;poni  in DE l'indirizzo  della seconda
                               ;locazione del display file
010100    LD   BC,1            ;contatore dei bytes che devono  essere
                               ;trasferiti
EDB0      LDIR                 ;trasferisci il  blocco di lunghezza BC
                               ;da (HL) a (DE)
C9        RET                  ;fine del programma
```

Caricate il presente programma sul vostro Spectrum e lanciatene l'esecuzione. Vedrete che, come specificato, un solo byte e' stato trasferito da (HL) a (DE).

Cambiamo ora la quarta linea con la seguente: LD BC, 31 (011F00) cosi' che vengano riempiti i primi 32 byte del display file. Vi aspettereste dunque che venga modificata in toto la forma dei caratteri della prima linea dello schermo, invece il risultato e' diverso: modificando i primi 32 bytes viene sovrapposta una riga continua sulla parte alta dei caratteri presenti nella prima riga del video, poiche' questi primi 32 bytes fanno riferimento ciascuno al primo soltanto degli otto bytes assegnati a ciascun carattere della prima riga del video.

Ora cambiamo nuovamente la quarta linea di programma nel seguente modo: LD BC,255 (01FF00). Ancora una volta sarete sorpresi dal risultato. Il byte successivo al trentaduesimo non rappresenta un segmentino sulla seconda riga di punti dello schermo! Esso infatti rappresenta il primo byte relativo al trentatreesimo carattere! E cosi' di seguito fino al 256esimo carattere.

Siete pronti ora a predire cosa succedera' con il prossimo byte? Cambiate il valore di BC con LD BC,2047 (01FF07) e lanciate poi l'esecuzione del programma. Dovreste ottenere che si riempia completamente un terzo del video, ed in particolare quello posto in alto.

Potete procedere in questo modo, usando cioe' valori diversi di BC, per verificare in che modo lo Spectrum organizza l'immagine del video.

La memoria video dello Spectrum e' suddivisa in tre blocchi:

1. da 4000H a 47FFH (===) prime otto righe
2. da 4800H a 4FFFH (===) righe dalla 9 alla 16
3. da 5000H a 57FFH (===) ultime otto righe

Non solo; nello Spectrum ciascun carattere e' realizzato da una matrice di 64 punti rappresentati in 8 byte.

Il carattere "!", ad esempio, ha la seguente rappresentazione:

```
  0   00000000    00H
 16   00010000    10H
 16   00010000    10H
 16   00010000    10H
 16   00010000    10H
  0   00000000    00H
 16   00010000    10H
  0   00000000    00H
```

L'organizzazione del display file dello Spectrum e' fatta in modo tale che i primi 256 byte (dalla locazione 4000H alla locazione 40FFH) corrispondano al primo byte di ognuno dei 256 caratteri formanti le prime otto righe di video.

I successivi 256 bytes (dalla locazione 4100H alla locazione 41FFH) corrispondono al secondo byte di ognuno dei caratteri precedenti e cosi' via.

Pertanto, gli otto bytes che rappresentano i punti del primo carattere della prima riga di schermo avranno in memoria la seguente posizione:

```
1^ byte    4000H
2^ byte    4100H
3^ byte    4200H
4^ byte    4300H
5^ byte    4400H
6^ byte    4500H
7^ byte    4600H
8^ byte    4700H
```

Strano, non vi pare? Ma dobbiamo accettare lo Spectrum cosi' com'e', senza discutere.

Siete ora in grado di individuare gli otto bytes che rappresentano il trentunesimo carattere della terza riga dello schermo? Essi sono:

405EH, 415EH, 425EH, ..., 475EH.

La mappa dello schermo, presentata nell'appendice B, vi fornisce le esatte informazioni sulla rappresentazione in memoria dello schermo. Per ribadire quanto abbiamo appena detto sulla rappresentazione dello schermo in memoria, vi presentiamo la posizione dei bytes che rappresentano il primo carattere del secondo gruppo di 8 righe:

4800H, 4900H, 4A00H, 4B00H, 4C00H, 4D00H, 4E00H, 4F00H.

e, similmente vi presentiamo la posizione dei bytes che rappresentano il primo carattere dell'ultimo gruppo di 8 righe dello schermo:

5000H, 5100H, 5200H, 5300H, 5400H, 5500H, 5600H, 5700H.

Vi e' comunque qualche vantaggio nell'uso del linguaggio macchina. Vale la pena di rimuovere gli ostacoli. Esempio banale: in BASIC, se cercate di scrivere con PRINT nella sezione del video destinata allo input (le ultime due righe in basso), il sistema operativo BASIC protesta violentemente, mentre col linguaggio macchina avete libero accesso all'intero schermo.

Analizzando ora piu' in dettaglio l'organizzazione dell'immagine dello schermo, possiamo vedere che il valore del byte alto dell'indirizzo del primo byte (High Order Byte of First Byte - HOBFB) di ciascun carattere permette di individuare per ognuno di essi il blocco di appartenenza, tra i tre in cui e' diviso il display file.

Ad esempio, se 40H (= HOBFB (41H — il carattere fa parte di una delle prime otto righe dello schermo
se 48H (= HOBFB (49H — il carattere appartiene alle otto righe intermedie
se 50H (= HOBFB (51H — il carattere appartiene alle ultime otto righe dello schermo

Non solo, ma i tre bit piu' bassi (bit 0, 1, 2) della parte alta dello indirizzo (High Order Byte - HOB) di un generico byte individuano la posizione del byte stesso tra gli otto che compongono il carattere.

Vogliamo ora cominciare a "macchiare d'inchiostro" il nostro video? Andate all'appendice B e cercate di osservare la relazione che esiste tra la locazione di memoria e lo schermo video.

Proviamo ora a cercarla analizzando il seguente esempio:

supponiamo di avere un indirizzo come 4A36H. La parte alta di questo indirizzo (HOB) e' 4A, quindi:

1. sappiamo che esso rappresenta l'indirizzo di un byte del display file, poiche' e' un valore compreso tra 40H e 58H.
2. la sua rappresentazione binaria e' 01001010
3. dalle ultime tre cifre deduciamo l'informazione che si tratta del terzo byte di un carattere sullo schermo
4. il primo byte dello stesso carattere da' gli ultimi tre byte uguali a zero e pertanto ad esso corrisponde un valore HOB di 48H. Cio' ci permette di stabilire che il carattere in questione appartiene al secondo blocco di memoria e pertanto e' posizionato su una delle otto righe intermedie dello schermo.

Dall'analisi della parte alta dell'indirizzo abbiamo dunque potuto stabilire che il byte selezionato e' il terzo byte di un carattere di una delle otto righe intermedie dello schermo.

Ma di quale carattere si tratta? La risposta a questo quesito la troviamo analizzando la parte bassa dell'indirizzo (Low Order Byte -LOB).

Nel nostro caso infatti il LOB vale 36H. Cio' ci permette di dedurre che il carattere in esame si trova 54 (36H = 48 + 6 = 54) posizioni dopo il primo carattere del blocco precedentemente individuato, e poiche' ogni riga e' formata da 32 caratteri, il nostro carattere si trova nella seconda riga del blocco intermedio. Piu' precisamente, esso e' il (54 - 32 + 1)esimo carattere di quella riga.

In conclusione possiamo affermare che l'indirizzo 4A36H individua il *terzo byte del ventitreesimo carattere della decima riga dello schermo*.

Esercizio
---

1. A quale byte di quale carattere si riferisce l'indirizzo 564FH?

2. Provate a scrivere una routine che permetta di fornire un punto esclamativo in una determinata posizione del video. Il valore dei singoli bytes che formano questo carattere vi e' stato presentato nelle pagine precedenti.

Output - Attributi dello schermo

Il file attributi dello schermo e' strutturato piu' semplicemente rispetto al display file, poiche' associa ad ogni carattere un solo byte. Il file attributi e' posto nelle locazioni dalla 5800H alla 5AFFH ed e' composto da 768 bytes che corrispondono a 24 righe di 32 caratteri ciascuna. Esiste quindi una relazione uno-a-uno tra i bytes del file ed i caratteri dello schermo. Cosi' 5800H corrisponde agli attributi del primo carattere della prima riga, 5801H al secondo carattere, 5802H al terzo carattere, ..., 581FH al trentaduesimo carattere della prima riga, 5820H al primo carattere della seconda riga, 5840H al primo carattere della terza riga, ... e 5AE0H al primo carattere dell'ultima riga dello schermo.

Vediamo ora in dettaglio il significato dei singoli bit del byte degli attributi di un carattere:

byte degli attributi b b bbb bbb

bit 0 - 2	rappresentano il codice (da 0 a 7) del colore dell'inchiostro (INK) del carattere
bit 3 - 5	rappresentano il codice (da 0 a 7) del colore della carta (PAPER)
bit 6	parametro BRIGHT di luminosita' (vedi manuale)
bit 7	parametro FLASH di lampeggio (vedi manuale)

Esercizio

Trovate l'indirizzo del byte degli attributi del primo carattere del blocco intermedio e quello del primo carattere dell'ultimo blocco di 8 righe dello schermo. Le risposte sono presentate in questa stessa pagina, ma sarebbe veramente utile che risolveste l'esercizio da soli.

Esercizio

Provate a scrivere una subroutine che converta un indirizzo del file display nel corrispondente indirizzo del file attributi (per esempio l'indirizzo 4529H).
Si tratta in pratica di determinare la posizione del carattere sullo schermo ed aggiungere 5800H.

Il programma seguente presenta un metodo veloce per ottenere cio':

```
        LD  HL, 4529H       ;carica in HL l'indirizzo dato
        LD  A,  H           ;carica la parte alta in A
        AND 18H             ;maschera il byte per individuare il bloc-
                            ;co di appartenenza considerando i bit 3 e
                            ;4
        SRA A               ;esegui per tre volte uno shift a destra
        SRA A               ;dividendo cosi' per 8
        SRA A               ;il risultato puo' essere 0, 1 o 2 a se-
                            ;conda che H contenga un valore compreso
                            ;tra 40H e 48H, oppure tra 48H e 50H, op-
                            ;pure ancora maggiore di 50H
        ADD A,58H           ;passa al file attributi
        LD  H,A             ;H contiene ora la parte alta dell'indi-
                            ;rizzo del file attributi H=58H, 59H, o
                            ;60H ed L e' rimasto sempre lo stesso!!!
```

Provate a pensarci su un attimo per convincervi!

Il modo di operare del programma e' legato alla risposta al primo esercizio:

```
1^ car. del 1^ blocco = 4000H   Corrispondente attributo = 5800H
1^ car. del 2^ blocco = 4800H   Corrispondente attributo = 5900H
1^ car. del 3^ blocco = 5000H   Corrispondente attributo = 5A00H


2^ car. del 1^ blocco = 4801H   Corrispondente attributo = 5801H
            ecc. ...
                        ecc. ...
```

Ora dovrebbe esservi tutto chiaro!

Output - il suono

Un altro tipo di output in tempo reale che puo' essere usato sul microcomputer Spectrum e' quello sonoro; sarebbe un vero peccato se non lo usassimo in tutta la sua potenzialita'.

Programmando in linguaggio macchina, vi sono essenzialmente due modi per produrre suoni con lo Spectrum.

1) Mandare segnali alla porta 254 per l'output al registratore con una certa frequenza, utilizzando l'istruzione OUT

```
OUT (254), A
```

2) Inizializzare HL e DE con opportuni valori e chiamare la routine di sistema operativo gia' preposta per generare suoni.
   I parametri da assegnare sono:

```
DE  :  durata in secondi * frequenza
HL  :  (437500/frequenza) - 30,125
```

   e l'istruzione di chiamata e'

```
CALL   03B5H
```

Il primo dei metodi presentati ha il vantaggio di non essere in alcun modo legato al sistema operativo e garantisce inoltre tempi d'esecuzione piu' brevi. Ma ... vi e' un MA!

Poiche' la ULA lancia spesso delle interruzioni per eseguire la routine di illuminazione del video, il vostro programma subira' delle frequenti interruzioni durante l'esecuzione se e' memorizzato nei primi 16K di memoria. Se poi il programma prevede la generazione di suoni, il suono stesso risultera' spezzettato in parti di durata imprecisata. Per evitare queste interruzioni si dovrebbe memorizzare il programma per la generazione dei suoni nella parte piu' alta della memoria (oltre i 16K) ma cio' risulta possibile solo avendo a disposizione la versione dello Spectrum a 48K.

Se non possedete la versione a 48K, bensi' quella a 16K, potete comunque provare a generare suoni con questo metodo, pero' e' bene che sappiate a priori che la musica ottenuta non sara' "pura". Per ottenere dei suoni precisi dovete usare pertanto l'apposita routine di sistema operativo (con una CALL alla ROM).

Notiamo che, mandando valori alla porta di output 254, oltre ad attivare o disattivare l'altoparlante si influenza il colore dello sfondo e si attiva la connessione MIC. Per evitare durante la generazione dei suoni questi effetti collaterali bisognera' mantenere a valori costan-

ti particolari bit del registro A (vedi capitolo sull'OUTPUT del manuale dello Spectrum).

Per quanto riguarda il secondo metodo precisiamo che la chiamata alla ROM non fa altro che attivare il comando BEEP. Il valore contenuto in DE rappresenta la durata del suono mentre il valore di HL ne fornisce la frequenza. Sperimentando valori diversi per DE ed HL potete rendervi conto di quale sia la gamma di suoni realizzabili.

E' evidente che, facendo uso in questa routine del comando BEEP, la gamma di suoni generati sara' compresa tra quelli previsti appunto per il BEEP.

P A R T E Q U A R T A

I PROGRAMMI MONITOR PER IL LINGUAGGIO MACCHINA

Programma "EZ CODE Monitor"

Le funzioni che questo programma mette a disposizione dell'utente sono:

1. INPUT Permette di caricare da tastiera un modulo di programma scritto in esadecimale
   - gia' completamente assemblato
   - o parzialmente assemblato con i salti relativi ed assoluti espressi sotto forma di numeri di linea.

2. LIST Fornisce il listato del programma sorgente da voi inserito.

3. DUMP Trasferisce il codice oggetto in un'area di memoria specificata dall'utente.

4. EXAMINE Permette di esaminare il contenuto di un blocco di locazioni di memoria.

5. SAVE Trasferisce su cassetta, a vostra scelta
   - o il "modulo sorgente"
   - o il "programma oggetto" ottenuto precedentemente con un DUMP.

6. LOAD Carica il file specificato da cassetta.

7. RUN Lancia l'esecuzione del programma caricato con DUMP.

PREREQUISITI per l'EZ-Code

Prima di usare questo programma monitor per il caricamento da tastiera del vostro programma dovrete avere gia' tradotto questo da linguaggio Assembler a linguaggio macchina. Nel far cio' pero' ricordate che non e' necessario specificare gli indirizzi dei salti relativi o assoluti, ma e' sufficiente esprimerli come numero di linea!

Il modulo di programma che intendete caricare non deve superare gli 800 bytes o le 200 istruzioni.

Non potete trasferire (DUMP) il programma oggetto partendo da un indirizzo inferiore a 31499 (per non cancellare il programma EZ-Code).

LOGICA del programma EZ-Code

Il programma EZ-Code e' stato realizzato in modo da permettere all'utente di caricare da tastiera delle istruzioni in linguaggio macchina per linee numerate, come avveniva per i programmi BASIC.
Ciascuna linea del "programma sorgente" ha un numero di linea e puo' contenere fino ad un massimo di 4 bytes di codice macchina.
Il grosso vantaggio presentato da questo tipo di programma consiste nel fatto che esso permette di eseguire funzioni di EDIT sulle varie linee. Il "programma sorgente" puo' anche essere salvato per blocchi separati, man mano che il lavoro procede.
Questo programma permette inoltre di inserire nel programma sorgente dei salti relativi od assoluti senza prima averne calcolato gli indirizzi o la lunghezza in bytes, ma facendo solo riferimento al numero della linea del "programma sorgente" nella quale e' contenuta l'istruzione a cui si vuol saltare!
Cio' risulta molto utile, perche' permette di effettuare modifiche al programma, senza per questo dover ricalcolare la lunghezza di tutti i salti relativi.
Il calcolo degli indirizzi relativi ed assoluti viene fatto automaticamente dal monitor nel momento in cui trasferisce il "programma oggetto" in un'area di memoria specificata da voi (DUMP). Il "programma oggetto" cosi' ottenuto e' praticamente "salvato" in memoria.

Sommario delle istruzioni dell'EZ-Code

Notiamo che la prima cosa che il programma chiede e'

"Indirizzo di caricamento".

Pertanto va specificato a questo punto l'indirizzo a partire dal quale dovra' poi essere caricato il "programma oggetto".
Questo indirizzo deve essere superiore a 31500.

**** Inserimento di linee di programma ****

1. per INSERIRE una linea di programma:

   (numero linea)(spazio)(codice esadecimale(al piu' 4 byte))(ENTER)

per esempio:
   1 210040 se volete inserire alla riga 1 l'istruzione LD HL,4000H

2. per CORREGGERE una linea di programma:

   (numero linea)(spazio)(nuovo codice macchina)(ENTER)

per esempio, se dopo la prima riga precedente battiamo:
   1 210140 ne modifichiamo il contenuto, e la linea rappresenta ora l'istruzione LD HL,4001H

3. per CANCELLARE una riga:

   (numero linea)(ENTER)

per esempio:
   1 (ENTER) cancella la prima linea di programma.

4. per specificare i salti RELATIVI e ASSOLUTI:

   (numero linea)(spazio)(codice operativo del salto)
   (tasto "elle minuscola")(numero di linea)(ENTER)

per esempio:
   1 c312 rappresenta un JUMP alla linea 2
   2 1811 rappresenta un JR alla linea 1

**** COMANDI ****

1. dump(ENTER)
   * trasferisce il codice macchina nell'area di memoria che parte dall'indirizzo specificato all'inizio.
   * questo comando deve essere eseguito prima di lanciare l'esecuzione del programma.
     Abbreviazione: du

2. exit(ENTER)
   * rilascia il programma EZ-Code e fa rientrare nel sistema BASIC.
     Abbreviazione: ex

3. list(ENTER)
   * visualizza le prime 22 linee del "programma sorgente".
   * per far proseguire il listato, battere un tasto qualsiasi, tranne "m" e "BREAK".
     Abbreviazione: li

   list(numero linea)(ENTER)
   * visualizza 22 linee a partire da quella specificata.
     ((numero linea) deve essere compreso tra 1 e 200)
     Abbreviazione: NESSUNA

4. load<ENTER>
   * carica un "programma sorgente" dalla cassetta, rimpiazzando quello attualmente presente in memoria.
     (per caricare codice oggetto rimandiamo a HEXLOAD)
     Abbreviazione: lo

5. mem<ENTER>
messaggio: Indirizzo di partenza
   * inserisce l'indirizzo di memoria del primo dei byte che devono essere visualizzati.
   * tale indirizzo deve essere compreso tra 0 e 32767 per lo Spectrum a 16K e tra 0 e 65535 per quello a 48K.
   * battere "m" per interrompere l'esame della memoria
     Abbreviazione: me

6. new<ENTER>
   * cancella il programma in memoria e rilancia l'esecuzione dello EZ-Code
   * questo comando risulta molto utile quando vogliamo digitare un nuovo programma.
     Abbreviazione: ne

7. run<ENTER>
   * lancia l'esecuzione del programma caricato (dump) dalla locazione specificata o all'inizio del lavoro oppure quando avete caricato un nuovo programma sorgente.
     Abbreviazione: ru

8. save<ENTER>
   * salva su cassetta il programma sorgente oppure il programma oggetto.

messaggi: nome del programma
          inserire il nome che volete dare al programma.
      Sorgente o codice macchina: (s or m)
          inserire s per salvare il programma sorgente
          inserire m per salvare il programma oggetto.
      Start tape, then press any key
          assicurarsi che il registratore sia attivato e sia collegato correttamente.
          battere un tasto quando e' tutto pronto.
   Abbreviazione: sa

NOTE
---

1. Se non volete che alla fine dell'esecuzione venga visualizzato il contenuto della coppia di registri BC, modificate la linea 3090 cosi':

```
3090 IF K$="ru" THEN LET L=USR R
```

2. Per far ripartire il programma EZ-Code:
   - usate RUN e riinizializzate tutte le variabili
   - usate GOTO 2020 e ripartite dal messaggio:
     "Comando o linea ... :".

3. Tutti i dati numerici, fatta eccezione per le istruzioni in codice macchina, devono essere in notazione decimale.

4. Per facilitare le operazioni di inserimento di nuove linee, conviene lasciare gia' tra una riga e l'altra del programma dei numeri di linea liberi.
   Cosi', ad esempio, conviene sin dall'inizio numerare le linee come 1, 5, 10, ... anziche' come 1, 2, 3, ...
   Cio' rende, come abbiamo gia' detto, piu' flessibile l'operazione di inserimento delle istruzioni.

ESERCIZIO sull'uso di EZ-Code

Inserire in macchina il seguente programma.

```
210040      LD  HL,4000H        ;cancellazione video
110140      LD  DE,4001H
01FF17      LD  BC,6143
3EFF        LD  A,  0FFH
77          LD  (HL), A
EDB0        LDIR
3E7F   LOOP:LD  A,  7FH         ;maschera il tasto BREAK
DBFE        IN  A,(0FEH)
E601        AND 1
20F8        JR  NZ, LOOP
C9          RET
```

Per caricare il programma usiamo il monitor EZ-Code, che deve essere gia' caricato in memoria:

```
<RUN>
Indirizzo di caricamento: 31500<ENTER>
Comando o linea...: 1 210040<ENTER>
Comando o linea...: 5 110140<ENTER>
Comando o linea...: 10 01ff17<ENTER>
Comando o linea...: 15 3eff<ENTER>
Comando o linea...: 20 77<ENTER>
Comando o linea...: 25 edb0<ENTER>
Comando o linea...: 30 3e7f<ENTER>
Comando o linea...: 35 dbfe<ENTER>
Comando o linea...: 40 e601<ENTER>
Comando o linea...: 45 20130<ENTER>
```

(Quest'ultima istruzione: 20 seguito da "L minuscolo" e da 30, ha il significato di JR NZ alla linea 30)

```
Comando o linea...: 50 c9(ENTER)
Comando o linea...: list(ENTER)
Comando o linea...: dump(ENTER)
Comando o linea...: mem(ENTER)
Indirizzo di partenza: 31500(ENTER)
                  m      (e' il tasto che serve per  concludere la fase
                          di visualizzazione della memoria)
Comando o linea...: run(ENTER)
                    (BREAK)
```

Notiamo che tra il numero di linea ed il codice dell'istruzione deve essere lasciato uno spazio.

```
 100 REM Programma EZCODE
 110 REM Machine code monitor
 120 GO TO 9000
 130 DEF FN d(s$)=(s$>"9")*(CODE
 s$-55)+(s$<="9")*(CODE s$-48)-(
s$>"£")*32
 140 DEF FN o(o$)=((O$="ca")+(O$
="da")+(O$="ea")+(O$="fa")+(O$="
c2")+(O$="d2")+(O$="e2")+(O$="f2
")+(O$="c3"))-((O$="38")+(O$="30
")+(O$="28")+(O$="20")+(O$="18")
+(O$="10"))
1000 REM
1010 REM visualizzazione linea
1020 CLS : PRINT AT ze,25; INVER
SE on; FLASH on;"LISTATO"
1030 LET F=ze: PRINT AT ze,ze;
1040 FOR J=pl1 TO pl2
1050 IF C$(J,on)="  " THEN GO TO
 1110
1060 PRINT TAB tr-LEN STR$ J;J;T
AB fr;" ";
1070 IF C$(J,tw,on TO on)="l" TH
EN PRINT C$(J,on)+" "+C$(J,tw)+C
$(J,tr): GO TO 1090
1080 PRINT C$(J,on);" ";C$(J,tw)
;" ";C$(J,tr);" ";C$(J,fr)
1090 LET F=F+on
1100 IF F=22 THEN GO TO 1120
1110 NEXT J
1120 PRINT AT ze,25;"          "
1130 RETURN
2000 REM
2010 REM programma principale
2020 INPUT "Comando o Linea... "
;A$
2030 IF A$( TO fr)="     " THEN G
O TO mr
2040 IF A$(on)>"9" THEN GO TO 30
00
2050 LET k$="": FOR K=on TO fr
2060 IF A$(K TO K)=" " THEN GO T
O 2090
2070 LET k$=k$+A$(K TO K)
2080 NEXT K
2090 IF K=5 OR VAL k$=ze OR VAL
k$>ln THEN GO TO mr
2100 LET J=VAL k$: LET n=J: REM
il numero di linea deve essere
al piu' di 3 cifre
2110 LET A$=A$(K+on TO )
2120 LET k$=""
2130 FOR K=on TO LEN A$
2140 IF A$(K TO K)<>" " THEN LET
 k$=k$+A$(K TO K)
2150 NEXT K
2160 LET A$=k$
2162 IF A$(on)="l" THEN GO TO mr
2170 CLS : FOR I=on TO 7 STEP tw
2180 LET K=INT (I/tw+on)
2190 LET C$(J,K)=A$(I TO I+on)
```

```
2200 NEXT I
2210 IF C$(n,on)="  " THEN GO TO
 2250
2220 IF n<TP THEN LET TP=n
2230 IF n>BP THEN LET BP=n
2240 GO TO 2320
2250 IF n<>BP THEN GO TO 2280
2260 IF BP=on OR C$(BP,on)<>"  "
 THEN GO TO 2320
2270 LET BP=BP-on: GO TO 2260
2280 IF n<>TP THEN GO TO 2320
2290 IF C$(TP,on)<>"  " THEN GO
TO 2320
2300 IF TP<>BP AND TP<>ln THEN L
ET TP=TP+on: GO TO 2290
2310 LET TP=on
2320 LET pp=n
2330 IF n<TP THEN LET pp=TP: GO
TO 2380
2340 LET numlp=ze
2350 IF pp=TP OR numlp=11 THEN G
O TO 2380
2360 IF C$(pp,on)<>"  " THEN LET
 numlp=numlp+on
2370 LET pp=pp-on: GO TO 2350
2380 LET pl1=pp: LET pl2=BP
2390 GO SUB 1000: REM visualizza
zione di un blocco di linee
2400 GO TO mr
3000 REM
3010 REM Comandi+++++++++++++++
3020 LET k$=A$( TO tw)
3030 IF k$="du" THEN GO TO 5000
3040 IF k$="ex" THEN STOP
3050 IF k$="li" THEN GO TO 4000
3060 IF k$="lo" THEN GO TO 7000
3070 IF k$="me" THEN GO TO 6000
3080 IF k$="ne" THEN RUN
3090 IF k$="ru" THEN PRINT USR R
3100 IF k$="sa" THEN GO TO 8000
3110 GO TO mr
4000 REM
4010 REM List ++++++++++++++++++
4020 LET pl1=TP: LET pl2=BP
4030 LET n1=CODE A$(6 TO 6)
4040 IF LEN A$>fr AND n1>47 AND
n1<58 THEN LET pl1=VAL A$(5 TO 8
)
4050 GO SUB 1000
4060 GO TO mr
5000 REM
5010 REM Dump++++++++++++++++++
5020 CLS : PRINT AT ze,20; INK o
n; INVERSE on; FLASH on;"CARICAM
ENTO": LET G=R
5030 PRINT AT on,ze;
5040 FOR J=TP TO BP
5050 IF C$(J,on)="  " THEN GO TO
 5470
5060 IF C$(J,tw,on TO on)<>"l" T
HEN GO TO 5380
```

```
5070 POKE G,ze: POKE G+on,ze: PO
KE G+tw,ze: POKE G+tr,ze
5080 LET jl=VAL (C$(J,tw,tw TO t
w)+C$(J,tr))
5090 PRINT TAB tr-LEN STR$ J; IN
VERSE on;J;TAB fr; INVERSE ze;"
";C$(J,on)+" "+C$(J,tw)+C$(J,tr)
;"=>";
5100 IF jl<ze OR jl>ln THEN GO T
O 5460
5110 LET CJ=FN o(C$(J,on))
5120 PRINT TAB 17-LEN STR$ jl; I
NVERSE on;jl;TAB 18; INVERSE ze;
" ";C$(jl,on);" ";C$(jl,tw);" ";
C$(jl,tr);" ";C$(jl,fr);
5130 IF ABS CJ<>on THEN GO TO 54
60
5140 LET dd=(jl>J)-(jl<J)
5150 LET ja=G: LET dp=ze
5160 IF jl=J THEN GO TO 5270
5170 LET cl=J+dd
5180 LET n1=ze: IF C$(cl,on)="
" THEN GO TO 5220
5190 IF C$(cl,tw,on TO on)<>"l"
THEN LET n1=on+(C$(cl,tw)<>"  ")
+(C$(cl,tr)<>"  ")+(C$(cl,fr)<>"
  "): GO TO 5220
5200 LET TJ=FN o(C$(cl,on))
5210 LET n1=(TJ=on)*tr+(TJ=-on)*
tw
5220 IF cl=jl AND dd>ze THEN GO
TO 5270
5230 LET dp=dp+n1
5240 IF cl=jl THEN GO TO 5270
5250 LET cl=cl+dd
5260 GO TO 5160
5270 IF CJ=on THEN LET ja=ja+dd*
dp+(dd>ze)*tr: GO TO 5310
5280 IF dd>ze THEN LET dp=dp+2
5290 IF dp>126 AND dd<ze THEN GO
 TO 5460
5300 IF dp>129 AND dd>ze THEN GO
 TO 5460
5310 LET V=16*FN d(C$(J,on,on TO
 on))+FN d(C$(J,on,tw TO tw))
5320 POKE G,V: LET G=G+on
5330 IF CJ=on THEN POKE G,ja-INT
 (ja/qk)*qk: LET G=G+on: POKE G,
INT (ja/qk): LET G=G+on: GO TO 5
360
5340 IF dd<ze THEN LET dp=-dp
5350 LET dp=dp-tw: POKE G,dp: LE
T G=G+on
5360 PRINT "ok"
5370 GO TO 5470
5380 FOR I=on TO 7 STEP tw
5390 LET K=INT (I/tw+on)
5400 LET V=16*FN d(C$(J,K,on TO
on))+FN d(C$(J,K,tw TO tw))
5410 IF V<ze THEN GO TO 5440
5420 POKE G,V
```

```
5430 LET G=G+on
5440 NEXT I
5450 GO TO 5470
5460 PRINT "**"
5470 NEXT J
5480 PRINT AT ze,20;"
": GO TO mr
6000 REM
6010 REM Vis. memoria++++++++++
6020 INPUT "indirizzo iniziale:
";dm
6030 CLS : PRINT AT ze,ze;
6040 LET G=dm: LET F=ze
6050 LET F=F+on: PRINT TAB 5-LEN
 STR$ G;G;TAB 6;
6060 FOR I=on TO fr
6070 LET V=PEEK G
6080 LET H=INT (V/16)
6090 LET L=V-16*H
6100 PRINT D$(H+on);D$(L+on);" "
;
6110 LET G=G+on
6120 NEXT I
6130 PRINT " "
6140 IF F<>22 THEN GO TO 6050
6150 LET k$=INKEY$: IF k$="" THE
N GO TO 6150
6160 IF k$<>"m" AND k$<>"M" THEN
 LET F=ze: POKE 23692,qk-on: GO
TO 6050
6200 POKE 23692,on: PAUSE 20: GO
 TO mr
7000 REM
7010 REM Load++++++++++++++++++
7020 CLS
7030 INPUT "Caricamento dati: ba
tti un tastoquando sei pronto ";
k$
7040 PRINT AT ze,19; INVERSE on;
 FLASH on;"CARICAMENTO"
7050 LOAD "source" DATA C$()
7060 FOR I=on TO ln
7070 LET TP=I
7080 IF C$(I,on)<>"  " THEN GO T
O 7100
7090 NEXT I
7100 FOR I=ln TO on STEP -1
7110 LET BP=I
7120 IF C$(I,on)<>"  " THEN GO T
O 7140
7130 NEXT I
7140 PRINT AT ze,19;"
"
7150 GO TO 9150
8000 REM
8010 REM Save++++++++++++++++++
8020 INPUT "nome del file";n$
8030 IF n$="" THEN GO TO 8020
8040 INPUT "Sorgente o codice ma
cchina:      (s o m)";k$
8050 IF k$<>"s" AND k$<>"m" THEN
```

```
 GO TO 8040
8060 IF k$="s" THEN SAVE n$ DATA
 C$(): GO TO mr
8070 INPUT "Indirizzo iniziale:
";ss
8080 INPUT "Indirizzo finale: ";
sf
8090 LET sb=sf-ss+on
8100 SAVE n$CODE ss,sb
8110 GO TO mr
9000 REM
9010 REM inizializzazione
9020 LET ze=PI-PI: LET on=PI/PI:
 LET tw=on+on: LET tr=on+tw: LET
 fr=tw+tw: LET qk=256: LET mr=20
20: LET ln=200
9025 BORDER 7: PAPER 7: INK on:
INVERSE ze: OVER ze: FLASH ze: B
RIGHT ze: BEEP .25,24: BEEP .25,
12
9030 DIM A$(15): DIM O$(tw)
9040 LET TP=ln: LET BP=on: REM b
uffer del numero di linea
9050 DIM C$(ln,fr,tw): REM mem.
codice
9060 PRINT AT ze,16; INVERSE on;
 FLASH on;"INIZIALIZZAZIONE"
9070 FOR I=on TO ln
9080 FOR J=on TO fr
9090 LET C$(I,J)=" "
9100 NEXT J
9110 BEEP .01,20
9120 NEXT I
9130 PRINT AT ze,16;"
                "
9140 LET D$="0123456789ABCDEF"
9150 CLS : PRINT "Indirizzo piu'
 basso: ";31500
9160 INPUT "Indirizzo di caricam
ento: ";R: PAUSE 20
9170 IF R<31500 THEN GO TO 9160
9180 CLS : GO TO mr
9900 CLS : PRINT "Inizio spazio
libero: ";(PEEK 23653+256*PEEK 2
3654)
```

HexLoad machine code Monitor

Questo programma BASIC e' classificato tra i programmi monitor in quanto puo' essere usato per SCRIVERE un programma in codice esadecimale in memoria, LISTARE il contenuto della memoria, SPOSTARE i blocchi di bytes da un posto all'altro della memoria, SALVARE il contenuto di una parte della memoria su cassetta e CARICARE dalla cassetta il valore di alcuni bytes.
In particolare possiamo usare il programma Hexload per collegare tra loro diverse routines realizzate con il programma EZ-Code. Cio' risulta utilissimo nel caso in cui si debbano scrivere programmi piuttosto complessi, poiche' il monitor EZ-Code non permette di caricare piu' di 800 bytes o 200 istruzioni alla volta.
In altri termini, dovendo costruire programmi molto lunghi, conviene sviluppare separatamente ciascuno dei moduli in cui essi sono suddivisi e salvare il relativo codice oggetto su cassetta. Usando poi il programma Hexload, che e' un programma BASIC molto piu' breve dello EZ-Code, si possono caricare i vari moduli e collegarli tra loro spostandoli appropriatamente all'interno della memoria.

Questo metodo e' stato per l'appunto da noi utilizzato per realizzare il programma FREEWAY FROG (La rana attraversa la strada).

Logica del programma Hexload

La logica del programma Hexload e' molto semplice.

Il programma fissa il RAMTOP del BASIC a 26999.
Cio' significa che il codice macchina del vostro programma puo' essere caricato in una qualsiasi locazione di memoria compresa per la versione a 16K tra 27000 e 32578 e per quella a 48K tra 27000 e 65346.

Le funzioni che il programma Hexload monitor offre sono:

WRITE	per scrivere in memoria in formato esadecimale
SAVE	per memorizzare su cassetta
LOAD	per caricare da cassetta
LIST	per visualizzare il contenuto di un blocco di locazioni
MOVE	per spostare bytes da una locazione ad un'altra.

Sommario delle istruzioni

1. WRITE
   Scrive un codice esadecimale in memoria.

Procedura:

a. Inserire l'indirizzo della locazione da cui si vuole iniziare la scrittura in codice decimale.
   L'indirizzo deve essere compreso tra 27000 e 32578 per la versione a 16K
   tra 27000 e 65346 per la versione a 48K
   Per esempio: alla richiesta del sistema inserire: 27000<ENTER>
b. digitare il programma in formato esadecimale.
c. Battere "m" per tornare al menu.

2. SAVE

Salva un blocco di bytes su cassetta.

Procedura:

a. Inserire l'indirizzo di partenza del blocco di memoria da salvare. Tale indirizzo deve essere compreso
   - tra 0 e 27000 per la versione a 16K
   - tra 0 e 65535 per la versione a 48K
b. Inserire il numero di bytes da salvare.
c. Inserire il nome del modulo da salvare.
d. Premere un tasto dopo aver predisposto il registratore.
e. (Opzionale) Richiedere la verifica di quanto e' stato salvato. Quest'ultima operazione, anche se non e' obbligatoria, risulta molto utile in quanto permette di verificare che non sia stato alterato qualche byte nel corso della registrazione.

3. LOAD

Carica da cassetta un modulo di programma.

Procedura:

a. Inserire l'indirizzo di partenza per il caricamento. L'indirizzo ha le stesse limitazioni gia' presentate per l'istruzione WRITE.
b. Inserire il nome del modulo da caricare. Se non siete sicuri del nome premete solo <ENTER>. Verra' cosi' caricato il primo modulo presente sulla cassetta.

4. LIST

Visualizza il contenuto della memoria partendo dall'indirizzo specificato.

Procedura:

a. Inserire l'indirizzo di partenza.
   (per le limitazioni sull'indirizzo vedi comando SAVE).
b. Premere un tasto per proseguire l'esame con nuove locazioni
c. Premere "m" per tornare al menu.

5. MOVE

Sposta un blocco di bytes, di cui e' assegnato l'indirizzo di inizio e fine, in un'altra zona di memoria.

Procedura:

a. Inserire l'indirizzo di partenza del blocco da spostare.
   (Per le limitazioni vedi comando SAVE).
b. Inserire l'indirizzo di termine del blocco da spostare.
   (Per le limitazioni vedi comando SAVE).
c. Inserire l'indirizzo di inizio del blocco di destinazione.
   (Per le limitazioni vedi comando WRITE).
d. Con questo comando potete anche copiare nella RAM delle routines poste su ROM.
   Per esempio:
   Sposta dall'indirizzo : 0(ENTER)
   fino a: 1000(ENTER)
   all'indirizzo: 32000(ENTER)

   copia i valori contenuti nelle locazioni di ROM dalla 0 alla 1000 nella RAM a partire dall'indirizzo 32000.

NOTA: In fase di inizializzazione, il programma non accetta indirizzi non ammessi. Se commettete un errore di questo tipo ve li richiede un'altra volta.

ESERCIZIO

Provate ad inserire il programma gia' caricato con EZ-Code utilizzando ora questo nuovo Monitor.

```
 100 REM Programma monitor
 110 REM HEXLOAD
 120 CLEAR 26999: LET ze=PI-PI:
LET on=PI/PI: LET tw=on+on: LET
qk=256: LET lm=27000: LET mr=140
: LET wl=340
 130 GO SUB 2000
 140 CLS : PRINT "inizio area a
disposizione:";lm
 150 PRINT "menu": PRINT : PRINT
"     Per scrivere in codice
      macchina.........1"
 160 PRINT : PRINT "     Per salv
are il codice              macchina
.........2"
 170 PRINT : PRINT "     Per cari
care il codice             macchina
.........3"
 180 PRINT : PRINT "     Per list
are il codice              macchina
.........4"
 190 PRINT : PRINT "     Per spos
tare il codice             macchina
.........5"
 200 PRINT : PRINT "Date il codi
ce della funzione   prescelta "
 210 LET g$=INKEY$
 220 IF g$="m" OR g$="M" THEN ST
OP
 230 IF g$="" OR g$<"1" OR g$>"5
" THEN GO TO 210
 240 CLS : PRINT "Indirizzo iniz
iale minimo per il codice macchi
na:";lm
 250 GO TO 300*VAL g$
 300 REM Write****************
 310 INPUT "Scrittura dall'indir
izzo:";d
 320 IF d>mm OR d<lm THEN GO TO
310
 330 PRINT : PRINT "Scrive all'i
ndirizzo: ";d: PRINT "Per tornar
e al menu battere ""M"""
 340 LET a$=""
 350 IF a$="" THEN INPUT "Inseri
re codice esad.:";a$
 360 IF a$(on)="m" OR a$(on)="M"
 THEN GO TO mr
 370 IF LEN a$/tw<>INT (LEN a$/t
w) THEN PRINT "Dato non accettab
ile ";: GO TO wl
 380 LET c=ze
 390 FOR f=16 TO on STEP -15
 400 LET a=CODE a$((f=16)+tw*(f=
on))
 410 IF a<48 OR a>102 OR (a>57 A
ND a<65) OR (a>70 AND a<97) THEN
 PRINT "Dato non accettabile ";:
 GO TO wl
 420 LET c=c+f*((a<58)*(a-48)+(a
>64 AND a<71)*(a-55)+(a>96)*(a-8
```

```
7))
 430 NEXT f: POKE d,c: LET d=d+o
n
 440 PRINT a$( TO tw);"  ";
 450 LET a$=a$(3 TO )
 460 IF d=UDG THEN PRINT "Attenz
ione: state invadendo l'area gra
fica!": GO TO wl
 470 IF d=UDG-20 THEN PRINT "Att
enzione:state invadendo una  are
a di memoria riservata!": GO TO
wl
 480 GO TO wl+on
 600 REM Save++++++++++++++++++
 610 INPUT "salva dall'indirizzo
:";a
 620 INPUT "Numero di bytes da s
alvare:";n
 630 INPUT "Nome del programma:"
;a$
 640 SAVE a$CODE a,n
 650 PRINT "Volete fare la verif
ica?  (s/n)"
 660 INPUT v$
 670 IF v$<>"s" THEN GO TO mr
 680 PRINT "Riavvolgete il nastr
o e mettete su ""PLAY""."
 690 VERIFY a$CODE a,n
 700 PRINT "O.K.": PAUSE 50
 710 GO TO mr
 900 REM Load++++++++++++++++++
 910 INPUT "Carica dall'indirizz
o: ";a
 920 IF a>mm OR a<lm THEN GO TO
910
 930 INPUT "Nome del programma:"
;a$
 940 PRINT "Posiziona il registr
atore su    ""PLAY"""
 950 LOAD a$CODE a: GO TO mr
1200 REM List++++++++++++++++++
1210 LET a$="0123456789ABCDEF"
1220 INPUT "Indirizzo di partenz
a:";d
1230 PRINT "Batti ""M"" per torn
are al Menu."
1240 LET a=INT (PEEK d/16): LET
b=PEEK d-16*INT (PEEK d/16)
1250 PRINT d;TAB 7;a$(a+on);a$(b
+on)
1260 LET d=d+on
1270 IF INKEY$="m" OR INKEY$="M"
 THEN GO TO mr
1280 GO TO 1240
1500 REM Move++++++++++++++++++
1510 INPUT "Sposta dalla locazio
ne: ";fm
1520 INPUT "fino alla locazione:
 ";um
1530 INPUT "nell'area che parte
da ";tm
```

```
1540 IF tm>fm THEN GO TO 1610
1550 LET mp=tm
1560 FOR I=fm TO um
1570 POKE mp,PEEK I
1580 LET mp=mp+on
1590 NEXT I
1600 GO TO mr
1610 LET mp=um+tm-fm
1620 FOR I=um TO fm STEP -on
1630 POKE mp,PEEK I
1640 LET mp=mp-on
1650 NEXT I
1660 GO TO mr
2000 LET RT=PEEK 23732+qk*PEEK 2
3733
2010 IF RT=65535 THEN LET mm=653
47: LET UDG=65367
2020 IF RT=32767 THEN LET mm=325
79: LET UDG=32599
2030 LET n1=INT (UDG/qk)
2040 POKE 23675,UDG-n1*qk: POKE
23676,n1
2050 RETURN
```

P A R T E Q U I N T A

PROGRAMMA LA RANA ATTRAVERSA LA STRADA (FREEWAY FROG)

Progetto del programma.

Questo programma affronta il problema di alcune rane che, per tornare alle loro dimore, devono attraversare saltando una strada a traffico intenso.
Sulla strada vi sono camion, auto, moto e biciclette e per di piu' vi transitano spesso vetture della polizia.
Il punteggio viene stabilito in base al numero di salti che la rana compie per attraversare la strada.

Cercate di capire a fondo il gioco, poiche' dovrete poi realizzarlo con un programma.
Il primo livello di analisi consiste per l'appunto nella corretta definizione del problema.
Se non avete capito bene il problema e non siete in grado di definirlo in modo preciso, troverete parecchie difficolta' nel seguirci durante le prossime fasi di sviluppo dell'intero progetto.

Struttura del programma.

Per sviluppare l'intero progetto adotteremo la tecnica di analisi presentatavi nei precedenti capitoli, definita PROGETTAZIONE MODULARE TOP-DOWN. Procederemo partendo da un livello molto alto di astrazione, e suddivideremo l'intero programma in moduli logicamente ben definiti.

I moduli che compongono il nostro programma sono:

1. INIZIALIZZAZIONE
   sviluppo delle routines iniziali.

2. FLUSSO DEL TRAFFICO
   controllo del traffico sulla strada.
   Questo blocco puo' a sua volta essere suddiviso in:
   a. flusso del traffico regolare (camion, auto, motociclette, ...)
   b. flusso del traffico privilegiato (auto della polizia, ambulanze, ...)

3. RANA

   controllo sul movimento della rana, su eventuali urti con veicoli e sull'arrivo a casa.

4. CONTROLLO SUL PUNTEGGIO

   Questa parte del programma e' destinata al calcolo ed alla visualizzazione del punteggio, nonche' al test di fine partita.

5. CONCLUSIONE

   E' la parte del programma predisposta a riordinare tutto prima di ritornare il controllo al sistema operativo.

Sviluppo del programma.

Nello sviluppo del programma FREEWAY FROG abbiamo individuato sei fasi distinte che permettono comunque di mantenere la suddivisione logica presentata precedentemente.

Dopo aver ultimato ciascuna di queste fasi, dobbiamo effettuare sul prodotto ottenuto dei test di correttezza, ed essere ben sicuri del risultato prima di affrontare l'analisi della parte successiva.

Le sei fasi individuate sono:

1. Sviluppo del data base iniziale

   in cui bisogna definire la forma di ogni oggetto e per ciascuno di essi l'insieme dei dati, su cui operera' il programma.

2. Inizializzazione

   in cui bisogna predisporre lo schermo ed inizializzare le singole variabili.

3. Flusso del traffico

   in questa fase ci occuperemo solo del flusso del traffico normale, lasciando ad una fase successiva il controllo dei veicoli speciali (auto della polizia), che richiede una logica diversa.

4. Auto della polizia

   viene controllato il flusso dei mezzi speciali.

5. Rana

   questa e' la fase destinata al controllo dei movimenti della rana, alla sostituzione di una rana morta o giunta al traguardo con un'altra nuova, pronta ad attraversare ancora la strada, ai controlli sul risultato dell'attraversamento (incidenti, arrivo a casa,...), al calcolo del punteggio, ...

6. Controllo

in questa fase si progettano routines che permettono di inizializzare il gioco, di controllare i punteggi, di bloccare il programma, di tornare al BASIC.

Prima di procedere nell'analisi di queste fasi, vogliamo presentarvi un programma BASIC che, sommando tra loro i contenuti di un blocco di locazioni di memoria, genera un parametro di controllo detto per l'appunto "checksum".
Questo tipo di controllo viene spesso usato per testare la correttezza dei dati in ingresso.

```
9000 REM programma di checksum
9010 REM
9020 INPUT "dall'indirizzo: ";f
9030 INPUT "all'indirizzo: ";t
9040 LET s=0
9050 FOR i=f TO t
9060 LET s=s+PEEK i
9070 NEXT i
9080 PRINT "checksum: ";s
9090 GO TO 9020
```

Dati gli indirizzi di inizio e fine blocco che vogliamo controllare, il programma esegue automaticamente il "checksum" e ci fornisce il risultato in notazione decimale.

FASE 1 : Database

**** Progetto della sagoma degli oggetti ****

Dato che nel gioco si presuppone che il traffico si svolga nei due sensi, dovremo prevedere due sagome per il camion: quella del camion che si muove verso destra e quella del camion che si muove in senso inverso e cio' naturalmente vale anche per tutti gli altri mezzi di locomozione.
Per la rana invece, visto che essa si puo' muovere in quattro direzioni (alto, basso, destra, sinistra), dovremo prevedere addirittura quattro sagome diverse: una per ciascuna direzione.

Ora, per definire la posizione di ogni oggetto e poi disegnarlo adotteremo le seguenti convenzioni:

Se la sagoma dell'oggetto e' formata dai quattro caratteri:

```
C   D
A   B
```

il puntatore di posizione deve fare riferimento al carattere A.
Il carattere A viene disegnato per primo, poi viene disegnato B ... fino a completare l'intera riga.
Si passa poi a disegnare la riga superiore, riposizionandosi sul carattere C ed operando in modo analogo a prima.
La sagoma sara' percio' organizzata nel database nella forma seguente:

```
Sagoma  ABCD
```

Non dimentichiamo che ogni carattere e' formato da otto bytes. Se adottiamo ora il principio di disegnare il singolo carattere dall'alto in basso, il dabase relativo ad una figura del tipo presentato avra' la seguente configurazione:

```
Sagoma:     a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8
            b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7, b8
            c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7, c8
            d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7, d8
```

Per organizzare il database facciamo anche la seguente ipotesi: quando dovremo disegnare una sagoma, prima riempiremo gli appositi bytes del display file e poi assegneremo gli opportuni valori ai relativi bytes del file degli attributi.

Sotto questa ipotesi nel database i dati relativi ai colori della sagoma verranno inseriti subito dopo quelli necessari per la costruzione della sagoma stessa.
Ricordiamo che mentre per costruire un carattere occorrono otto bytes,

per definire le caratteristiche del colore ne e' sufficiente uno solo. Nel caso di una sagoma formata da quattro caratteri pertanto dovremo far seguire, nel database, ai trentadue bytes che rappresentano la figura i quattro bytes relativi agli attributi dei singoli caratteri.

**** Caricamento dei dati relativi alle sagome ****

label	n.linea	da(H)	a (H)	da(D)	a (D)	checksum
FRGSHP	120	69AFH	6A36H	27055	27190	18085
LBIKE	340	6A37H	6A76H	27191	27254	3647
LBATT	430	6A77H	6A7EH	27255	27262	28
RBIKE	460	6A7FH	6ABEH	27263	27326	3355
RBATT	560	6ABFH	6AC6H	27327	27334	28
LCAR	600	6AC7H	6B26H	27335	27430	5073
LCATT	730	6B27H	6B32H	27431	27442	36
RCAR	770	6B33H	6B92H	27443	27538	4902
RCATT	900	6B93H	6B9EH	27539	27550	12
LTRUCK	940	6B9FH	6C76H	27551	27766	22834
LTATT	1230	6C77H	6C91H	27767	27793	87
RTRUCK	1280	6C92H	6D69H	27794	28009	21834
RTATT	1570	6D6AH	6D84H	28010	28036	87
BLANK	1620	6D85H	6D88H	28037	28040	0

Questo modulo occupa le locazioni da 27055 a 28040 per un totale di 986 bytes ed il checksum totale e' di 79197.

A questo database e' stato assegnato il suggestivo nome di "shapdb" (dall'inglese shape database).

All'interno del database non tutte le sagome sono rappresentate seguite dai bytes degli attributi: fanno eccezione infatti le sagome della rana. Non si e' mantenuto lo stesso formato anche per la rana dato che essa assume il colore VERDE finche' agisce da viva, il colore ROSSO quando muore ed il colore GIALLO quando invece riesce a raggiungere la propria casa.

In questo programma utilizzeremo il colore NERO (0) per lo sfondo (PAPER) mentre i bordi della strada e i punteggi vengono visualizzati in colore BIANCO (7).
Per i mezzi di locomozione che compaiono sulla via il colore dello sfondo (PAPER) sara' ancora nero (0) mentre il colore della sagoma (INK) sara' definito dai bytes del database relativi agli attributi.

Prima di procedere al caricamento dei dati in memoria e alla loro successiva memorizzazione su cassetta, vogliamo sviluppare completamente un esempio per verificare che abbiate ben capito il procedimento per organizzare correttamente il database.
Prendiamo pertanto in considerazione il listato assembler relativo al

caricamento dei dati che rappresentano la sagoma della rana (FROG1) partendo dalla linea 160.

Alla linea 160 trovate:

```
69B7   6F 160 FROG1 DB  111,15,31,159,220,216,120,48
       0F 1F 9F DC D8 78 30
```

69B7 rappresenta un indirizzo di memoria in formato esadecimale

6F e' il valore del primo degli otto bytes che compongono la figura in formato esadecimale

160 e' il numero di linea dell'istruzione nel listato Assembler

FROG1 e' un richiamo (label) che e' stato inserito per facilitarvi la comprensione del modulo

DB e' un simbolo mnemonico che sta ad indicare che i valori che seguono sono delle costanti da caricare in memoria.

111, 15, 31, 159, 220, 216, 120, 48 sono i bytes da caricare in memoria.

La sagoma FROG1 e' rappresentata dai seguenti valori:

00	00000000	00000000	00
01	00000001	10000000	80
23	00100011	11000100	C4
25	00100101	10100100	A4
6F	01101111	11110110	F6
4F	01001111	11110010	F2
DF	11011111	11111011	FB
FF	11111111	11111111	FF
6F	01101111	11110110	F6
0F	00001111	11110000	F0
1F	00011111	11111000	F8
9F	10011111	11111001	F9
DC	11011100	00111011	3B
D8	11011000	00011011	1B
78	01111000	00011110	1E
30	00110000	00001100	0C

Richiami sul modo di operare:

1. disegnamo innanzitutto la prima riga in basso da sinistra a destra.
2. disegnamo poi la riga successiva del primo carattere.
3. Per ciascun carattere disegnamo ben 8 bytes disposti dall'alto in

basso.
4. Per ultimo, assegnamo i valori agli attributi.

FRGSHP definisce dalla linea 120 ciascuno dei quattro puntatori, che puntano rispettivamente al primo byte delle quattro sagome della rana, permettendoci, nel corso del programma, di trovare in qualsiasi momento le sagome relative ai movimenti che la rana deve effettuare.

DEFW e' un simbolo mnemonico, ed indica che vengono definiti valori a 16 bit. Il primo byte rappresenta la parte meno significativa ed il secondo indica invece la piu' significativa di tale valore.

**** Caricamento dei dati per le sagome ****

Per il caricamento dovete usare il programma Hexload e caricare il codice esadecimale relativo alle linee dalla 120 alla 1590. Attenzione: dovete caricare solo i codici esadecimali, divisi per byte, presenti nella seconda colonna del listato assembler!

Ricordatevi anche di verificare la correttezza di quanto avete caricato e di salvarlo poi su cassetta, prima di passare alla fase successiva.

**** Progetto del database degli oggetti ****

Abbiamo deciso di creare durante il gioco un flusso regolare di sei veicoli nei due sensi di marcia e di distribuire i veicoli stessi casualmente nei due sensi.

Il database degli oggetti ci fornira' informazioni sullo stato del traffico in un certo istante.

Per esempio, per ogni oggetto noi abbiamo bisogno di sapere:

se esiste, quanti movimenti ha fatto, la direzione del moto, se e' parzialmente presente sul video o no, il valore del puntatore di posizione, la posizione della sagoma nel database delle sagome, la posizione dei bytes di attributi nel relativo database, il numero di righe e di colonne che formano la sagoma.

Queste informazioni vengono modificate nel database ad ogni ciclo.

I primi sei gruppi di dati che compongono il database (lin. 1710-2040) rappresentano i sei veicoli che stanno percorrendo la strada. Quando un veicolo esce dallo schermo, casualmente ne viene generato un altro.

Un modo abbastanza semplice per gestire il database consiste nel pre-

parare le informazioni iniziali relative ad ogni veicolo possibile e conservarle in memoria. Quando viene generato un nuovo veicolo, ne preleviamo i relativi dati, ristrutturando con essi il database.

Lo stesso principio sara' usato per gestire il movimento delle auto appartenenti alla Polizia e quello della Rana.

Si tratta quindi di un database in cui la parte relativa ai veicoli in movimento (database transitorio) viene definito volta per volta dal programma. Del database transitorio pertanto verra' definita solo la struttura.

* Mappa di memoria del database transitorio *

Formato: per ciascuno dei sei veicoli, per la rana e per la macchina della polizia le informazioni contenute nel database sono:

Esistenza	DEFB	1 byte
Contatore	DEFB	1 byte
Direzione	DEFB	1 byte
Reale/Astratto	DEFB	1 byte
Posizione	DEFW	2 bytes
Puntatore alla sagoma	DEFW	2 bytes
Attributi	DEFW	2 bytes
Righe	DEFB	1 byte
Colonne	DEFB	1 byte
	TOTALE	12 bytes

label	n.linea	da(H)	a(H)	da(D)	a(D)
OB1EXT	1710	6E25H	6E30H	28197	28208
OB2EXT	1800	6E31H	6E3CH	28109	28220
OB3EXT	1850	6E3DH	6E48H	28221	28232
OB4EXT	1900	6E49H	6E54H	28233	28244
OB5EXT	1950	6E55H	6E60H	28245	28256
OB6EXT	2000	6E61H	6E6CH	28257	28268
PCAREXT	2070	6E6DH	6E78H	28269	28280
FRGEXT	2180	6E79H	6E80H	28281	28288

Come abbiamo gia' detto prima, queste sono soltanto delle aree di lavoro temporaneo. Le informazioni in esse contenute variano nel tempo, durante il gioco.

Vi sono anche altre due aree che contengono dati variabili e sono quelle usate per memorizzare quello che rispettivamente c'e' sotto la rana e sotto la macchina della polizia.

label	n.linea	da(H)	a(H)	da(D)	a(D)
FRGSTR	1650	6D89H	6DACH	28041	28076
PCSTR	1660	6DADH	6F24H	28077	28196

Anche in questo caso non dobbiamo definire i valori da inserire in queste locazioni, ma solo le loro posizioni.
Dobbiamo invece definire per intero il seguente insieme di dati:

FRGDB	frog database
DBINDEX	indice del database per i veicoli
RBDB	moto che procede verso destra
LBDB	moto che procede verso sinistra
RCDB	auto che procede verso destra
LCDB	auto che procede verso sinistra
RTDB	camion che procede verso destra
LTDB	camion che procede verso sinistra
LPCDB	auto della polizia che procede verso sinistra
LPCATT	attributi delle auto della polizia verso sinistra
RPCDB	auto della polizia che procede verso destra
RPCATT	attributi delle auto della polizia verso destra

label	n.linea	da(H)	a(H)	da(D)	a(D)	checksum
FRGDB	2260	6E81H	6E88H	28289	28296	561
DBINDEX	2320	6E89H	6E94H	28297	28308	1734
RBDB	2400	6E95H	6EA0H	28309	28320	640
LBDB	2470	6EA1H	6EACH	28321	28332	692
RCDB	2540	6EADH	6EB8H	28333	28344	523
LCDB	2610	6EB9H	6EC4H	28345	28356	760
RTDB	2680	6EC5H	6ED0H	28357	28368	584
LTDB	2750	6ED1H	6EDCH	28369	28380	809
LPCDB	2820	6EDDH	6EE8H	28381	28392	955
LPCATT	2890	6EE9H	6EF4H	28393	28404	30
RPCDB	2930	6EF5H	6F00H	28405	28416	379
RPCATT	3000	6F01H	6F0CH	28417	28428	30

Modulo di memoria tra 28289 e 28428 di 140 bytes con checksum di 7687.

Nome del modulo: "objdb". (object database)

Osserviamo che tutti gli oggetti, fatta eccezione per la rana, hanno a disposizione nel database 12 bytes.

Specifichiamo ora il significato di ognuno di essi:

* Esistenza (1 byte)
  - ha il valore zero quando l'oggetto non esiste.
  - ha il valore n quando (n-1) e' il numero di cicli che il veicolo deve aspettare tra un movimento e l'altro.

    n vale: 2 per le moto
    3 per le auto
    6 per i camion
    1 per le auto della polizia
    8 per la rana

    in altre parole, l'auto della polizia si muove ad ogni ciclo, le moto a cicli alternati, ecc. ...

* Contatore di ciclo (1 byte)
  - e' inizialmente posto ad 1, per segnalare che il movimento puo' cominciare, e viene decrementato ad ogni ciclo.
  - quando assume valore zero l'oggetto compie un movimento, ed il contatore viene riinizializzato con il valore n di cui si e' parlato sopra.

* Direzione (1 byte)
  - tutto il traffico che va da sinistra a destra (parte alta dello schermo) ha questo byte posto a zero, mentre quello inverso, che va da destra a sinistra, ha il byte posto ad 1.

* Flag Astratto/Reale (1 byte)
  - questo flag definisce se gli oggetti sono in parte fuori dal video.
  - per tutti i veicoli che viaggiano da sinistra a destra e' inizializzato a zero (astratto).
  - per i veicoli che viaggiano da sinistra a destra assumera' il valore 1 quando il puntatore di posizione assume il valore 4820H.
  - per tutti i veicoli che viaggiano da destra a sinistra e' inizializzato ad uno (reale) ed il puntatore di posizione e' posto a 48DFH.
  - quando la sagoma esce dallo schermo, cioe' quando il puntatore di posizione passa da 48C0 e 48BF il flag passa da uno a zero.

* Puntatore di posizione (2 bytes)
  - questi due bytes vengono utilizzati per memorizzare la posizione corrente del veicolo.

* Puntatore di sagoma (2 bytes)
  - questi due bytes individuano l'indirizzo di partenza del blocco di dati nel database delle sagome relative all'oggetto.

* Puntatore agli attributi (2 bytes)
  - questi due bytes rappresentano l'indirizzo di partenza del blocco di dati relativo agli attributi di colore dell'oggetto.

* Righe (1 byte)
  - rappresenta il numero di righe usato per disegnare la sagoma dello oggetto.

* Colonne (1 byte)
  - rappresenta il numero di colonne usato per disegnare la sagoma.
  - questo valore include anche due colonne di blank poste alla fine di ogni figura. Cio' permette di distanziare ragionevolmente i veicoli tra loro.

Siamo pronti adesso a caricare questo nuovo blocco di programma (linee 2270-3010).

Per caricarlo, potete usare a vostra scelta uno dei due programmi Monitor (EZ-Code ed Hexload).
Se optate per il programma EZ-Code, ricordatevi di salvare su cassetta il programma sorgente, nonche' il programma oggetto ottenuto dopo un DUMP.

**** Database generale ****

Abbiamo per ora utilizzato per il nostro database le locazioni da 69AFH a 6F0CH (27055 a 28428).

Completiamo adesso il database con delle informazioni di carattere generale, relative al suono, al punteggio ed a funzioni generali.

Esse sono organizzate in questo modo:

dalla linea 500 alla 630	SOUND (suono)
dalla linea 660 alla 690	SCORE (punteggio)
dalla linea 710 alla 1210	GENERAL (funzioni generali)

label	n.linea	da(H)	a(H)	da(D)	a(D)	checksum
PCTON1	500	6F0DH	6F10H	28429	28432	282
PCTON2	510	6F11H	6F14H	28433	28436	166
HOMTON	540	6F15H	6F3CH	28437	28476	2565
SCRMS1	660	6F3DH	6F42H	28477	28482	540
SCORE	670	6F43H	6F48H	28483	28488	290
SCRMS2	680	6F49H	6F53H	28489	28499	732
HISCR	690	6F54H	6F58H	28500	28504	243

Questo modulo occupa 76 bytes (da 28429 a 28504) ed ha un checksum 4818.

Nome assegnatogli "gendb". (general database).

E' necessario caricare solo le linee dalla 500 alla 690.

Dalla linea 790 alla 1210, infatti, vengono definite delle variabili (locazioni da 6F59H a 6F82H) che vengono inizializzate direttamente dal programma.

In particolare, le linee dalla 1100 alla 1150 sono istruzioni con codice mnemonico EQU e servono per assegnare un valore al label specificato. Tali istruzioni servirebbero al programma assemblatore per definire gli indirizzi: voi non dovete caricare niente!

Conclusioni

L'intero database occupa le locazioni comprese tra 69AFH e 6F82H (27055 e 28546).

Controllate attentamente tutti i moduli che avete costruito, i loro nomi e le aree di memoria usate, prima di passare alla fase successiva del progetto del programma FREEWAY FROG.

Sono stati sviluppati tre moduli:

nome	da mem	a mem	lungh.	checksum
shpdb	27055	28040	986	79197
objdb	28289	28428	140	7697
gendb	28429	28504	76	4818

Notate che il database occupa ben 1400 bytes!!

FREEWAY FROG Fase 2 (inizializzazione)

**** Organizzazione del video ****

In questo modulo dobbiamo predisporre la strada, la visualizzazione del punteggio e delle rane, nonche' inizializzare tutte le variabili di controllo.

Suddivideremo il modulo in tre parti.
Primo: cancellazione del video e visualizzazione della strada.
Secondo: predisposizione delle rane.
Terzo: visualizzazione del punteggio.

Questo modulo e' formato dalle seguenti funzioni:

routine	n.linea	da(H)	a(H)	da(D)	a(D)	checksum
INIT	1240	6F83H	700AH	28547	28682	11996
CLRSCR	7060	7207H	7316H	29399	29462	5236
DRWHWY	1820	700BH	7040H	28685	28736	4609
HIGWY	1980	7038H	7040H	28728	28736	696
FILHWY	2070	7041H	7054H	28737	28756	2609
LINEUP	2290	7055H	7059H	28757	28793	4325
DISASC	7630	7328H	7349H	29480	29513	3580
SCRIMG	14500	776FH	778FH	30575	30598	1855
FINAL	15390	77FEH	781DH	30718	30747	2089

occupa 2201 bytes (da 28547 a 30747) ed e' denominato "init" (initialisation).

Caricate in ordine le funzioni CLRSCR, DRWHWY, FILHWY, FINAL e poi la funzione INIT. Nel fare cio' ponete tre bytes di zeri nelle linee sottoindicate, rappresentanti istruzioni di chiamata a funzioni non ancora sviluppate. Cio' vi permettera' di provare immediatamente la correttezza del modulo inserito.

n.linea	indirizzo(H)	indirizzo(D)
1430	6FAFH	28591
1470	6FBAH	28602
1490	6FC0H	28608
1530	6FCBH	28619
1570	6FD6H	28630
1590	6FDCH	28636
1630	6FE7H	28647

Salvate su cassetta il modulo da 28547 a 30594 (2052 bytes), e caricate a partire dalla locazione 32000 il seguente programma, lanciandone poi l'esecuzione:

```
F3          DI                  ;Disabilita gli interrupt
D9          EXX                 ;salva HL
E5          PUSH    HL
D9          EXX
CD836F      CALL    INIT
3E7F   KEY  LD      A, 7FH      ;maschera per il tasto SPACE
DBFE        IN      A, (FEH)
E601        AND     1
20F8        JR      NZ,KEY      ;cicla finche' non e' premuto
CDFE77      CALL    FINAL       ;fase finale
D9          EXX                 ;ripristina HL
E1          POP     HL
D9          EXX
FB          EI                  ;riabilita gli interrupt
C9          RET
```

Dovreste vedere lo schermo annerito e su di esso alcune linee bianche.

Qui di seguito vi forniamo la spiegazione di come opera ciascuna di queste routines.

INIT

pone il colore di sfondo nero
inizializza gli indicatori di crash e d'esistenza per la rana, il numero di rane per partita
inizializza il valore per la funzione di randomizzazione
pone la postazione (o la posizione iniziale della rana) a 50ACH
chiama la procedura di cancellazione video
chiama la procedura di disegno della strada
chiama la procedura di allineamento delle rane (5 di esse)
prepara il messaggio per il punteggio
visualizza il messaggio
inizializza tutti i veicoli come inesistenti
inizializza l'indicatore per il suono della sirena e per il punteggio

DRWHWY

riempie la riga corrispondente al bordo superiore della strada (32 caratteri da 40A0H)
riempie la linea di separazione tra le corsie (32 caratteri da 4860H)
riempie la riga corrispondente al bordo inferiore della strada (32 caratteri da 5020H)

* ricordiamo che gli attributi della strada definiscono il colore bianco per la carta e nero per l'inchiostro.

"vuota" i due bytes bassi di ciascun carattere del bordo alto della strada (che danno luogo ad una riga bianca)
"vuota" i due bytes alti di ciascun carattere del bordo basso della strada (che danno luogo ad un'altra riga bianca)

ridisegna la linea intermedia, modificando i due bytes intermedi di ciascun carattere

FILHWY
inizializza il codice del carattere (FFH)
inizializza il contatore a 32 (32 caratteri su una riga)
disegna un carattere (8 bytes)
sposta ogni volta il puntatore al carattere successivo

FINAL
pone l'attributo BORDER a bianco
cancella il video
pone nel file degli attributi i codici bianco per PAPER e nero per INK

Se tutto funziona a puntino, salvate il modulo contenuto nelle locazioni da 28500 a 30800 (2300 bytes).

Inserite ora le routines LINEUP e DRWFRG. Controllate l'esattezza dei dati con il checksum e salvate ancora una volta l'intero modulo con lo stesso nome e gli stessi indirizzi.
Cambiate ora i bytes da 6FAFH (28591) a 6FB1H (28593) in modo che corrispondano alla linea 1430 del listato (CD 55 70).

Lanciate l'esecuzione. Dovreste a questo punto vedere 5 rane allineate sulla parte bassa a sinistra del video.

Diamo ora la descrizione delle due nuove routines utilizzate:

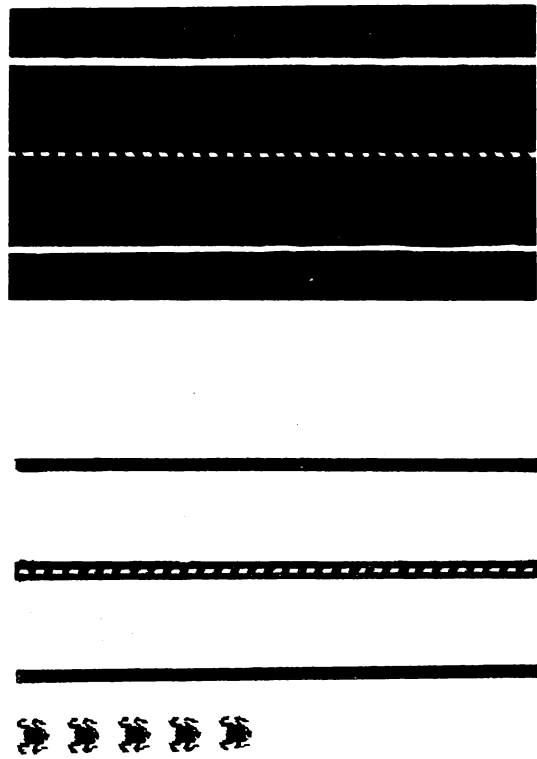
LINEUP
pone il byte di direzione della rana ad 1 (verso destra)
punta la sagoma FROG2
pone a 2 l'attributo di colore della sagoma (verde)
se non vi sono piu' rane
allora return
altrimenti
per ogni rana
salva BC, DE ed HL nello stack
disegna la rana (routine DRWFRG)
recupera BC, DE ed HL dallo stack
si posiziona per un nuovo disegno

DRWFRG
disegna la figura usando le convenzioni citate nelle pagine precedenti
calcola il puntatore agli attributi
colora la rana

Caricate ora le routines DISASC e SCRIMG, eseguite un test sul checksum e salvate ancora una volta l'intero modulo, come prima.

Ora modificate i bytes relativi alle linee 1470, 1490, 1530, 1570, 1590 e 1630 del listato in modo che contengano i valori corretti.

Rilanciate l'esecuzione e vedrete finalmente l'intero schermo predisposto con il tracciato della strada, le cinque rane e la visualizzazione del punteggio.
Se tutto funziona alla perfezione, salvate su cassetta l'intero modulo "init".



FREEWAY FROG Fase 3 (traffico regolare)

In questa fase viene sviluppato il modulo che realizza il traffico regolare dei veicoli, ad eccezione delle auto della polizia.
Tale modulo si sviluppa nel modo seguente:

Controllo del traffico (inclusa la rigenerazione di veicoli)
    predispone il blocco dei veicoli nei due sensi
Movimento dei mezzi
    controlla il movimento
    disegna i veicoli
    sceglie le opportune sagome

Le routine usate in questo modulo sono:

nome	n.linea	da(H)	a(H)	da(H)	a(H)	checksum
TFCTRL	3090	70BDH	70D8H	28861	28888	2587
REGEN	3320	70D9H	710EH	28889	28942	5673
MOVTRF	3700	710FH	71AEH	28943	29102	14831
MVCTRL	4720	71AFH	7208H	29103	29192	9222
DRAW	5560	7209H	7295H	29193	29333	13923
RSHAPE	6630	7296H	72D6H	29334	29398	6803
RANDNO	15050	77CCH	77DDH	30668	30685	2194

Il modulo, chiamato "regtrf" (regular trafic), occupa 1824 bytes (da 28861 a 30685).

Ancora una volta voglio raccomandarvi di non limitarvi ad eseguire un checksum solo sull'intero modulo, bensi' di caricare e testare singolarmente ciascuna routine.

Sviluppiamo il modulo dividendolo in due parti: una relativa al disegno dei mezzi in movimento, l'altra relativa al controllo.

Caricate le routines DRAW e RSHAPE nelle zone di memoria a loro assegnate, eseguite poi per ciascuna il checksum e salvatele.

Vi presentiamo ora il programma che permette di controllare la correttezza delle due routine.

```
F3              DI
D9              EXX
E5              PUSH    HL
D9              EXX
CD836F          CALL    INIT
3E03            LD      A, 3          ;contatore di righe
32606F          LD      (ROW), A      ;memorizza in ROW
3E09            LD      A, 9          ;contatore di colonne
325F6F          LD      (COLUMN), A   ;memorizza in COLUMN
11926C          LD      DE, RTRUCK    ;sagoma del camion a destra
216A6D          LD      HL, RTATT     ;attributi
226A6F          LD      (ATTPTR), HL  ;memorizza in ATTPTR
3E01            LD      A, 1          ;pos: reale
212248          LD      HL, 4822H     ;corsia in alto
CD0972          CALL    DRAW          ;disegna la sagoma
3E7F    KEY     LD      A, 7FH        ;maschera per la tastiera
DBFE            IN      A, (0FEH)
E601            AND     1
20F8            JR      NZ, KEY
CDFE77          CALL    FINAL
D9              EXX
E1              POP     HL
D9              EXX
FB              EI
C9              RET
```

Caricate i moduli di database nell'ordine in cui sono stati creati.
Caricate il modulo init.
Caricate le due routines sviluppate in questo modulo.
Avete generato cosi' un modulo piu' ampio, a cui assegnamo il nome di "frog". Tale modulo occupa a partire dalla locazione 27000, circa 4000 bytes. Lanciandone l'esecuzione, sarete in grado di provare tutte le routines fin qui sviluppate.
Caricate, a partire dalla locazione 32000, il programma presentato qui sopra e lanciatene l'esecuzione.

Dovrebbe comparire il video inizializzato, come nella prova precedente, con l'aggiunta pero' della sagoma di un camion che va verso destra nella corsia in alto.

Se volete provare le routines DRAW ed RSHAPE per altri oggetti, potete modificare i parametri di ingresso prima delle CALL INIT e CALL DRAW.

Diamo ora una breve descrizione delle due nuove routine utilizzate.

DRAW

Ha una logica simile a quella di DRWFRG

RSHAPE
maschera i 5 bit meno significativi del byte meno significativo del parametro di posizione
sottrae il risultato da 1FH ed aggiunge 1
maschera ancora gli ultimi 5 bit
determina SKIP e FILL tenendo conto dell'indicatore reale/astratto
ricerca la posizione nel file attributi e la memorizza in ATTPOS

Caricate ora le routines di controllo TFCTRL,REGEN e MVCTRL, collegandole con il resto del modulo e salvate il modulo ottenuto.

Per testarne la correttezza, usate poi il seguente programma di prova:

```
                DI
                EXX
                PUSH    HL
                EXX
                CALL    INIT
CDBD70  MOVE    CALL    TFCTRL
CDOF71          CALL    MOVTRF
3E7F            LD      A, 7FH
DBFE            IN      A, (0FEH)
E601            AND     1
20F2            JR      NZ, MOVE
                CALL    FINAL
                EXX
                POP     HL
                EXX
                EI
                RET
```

D'ora in poi, ogni volta che concluderemo un modulo, non lo salveremo piu' separatamente su cassetta, ma lo collegheremo con quelli sviluppati precedentemente e lo salveremo come "frog". Il modulo "frog", cosi', nel corso dell'analisi si sviluppera' diventando via via sempre piu' ampio.
In tal modo, ogniqualvolta verra' completato e collegato ai precedenti un nuovo modulo, si potra' testare il nuovo modulo "frog" con piccoli programmi di prova che partono dalla locazione 32000.

Nel caso in esame, se tutto e' stato fatto correttamente, vedremo lo intero video come nella precedente prova, ed in aggiunta il traffico in movimento ad una velocita' supersonica sulle due corsie di marcia. La velocita' eccessiva e' motivata col fatto che non abbiamo ancora introdotto nel programma degli elementi di ritardo tra un ciclo e lo altro.

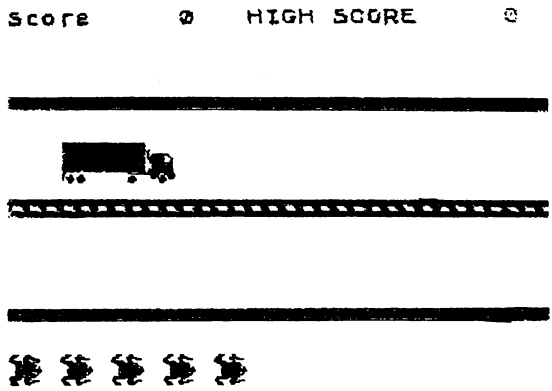
Diamo ora una descrizione sommaria delle varie routines costituenti il modulo in oggetto.

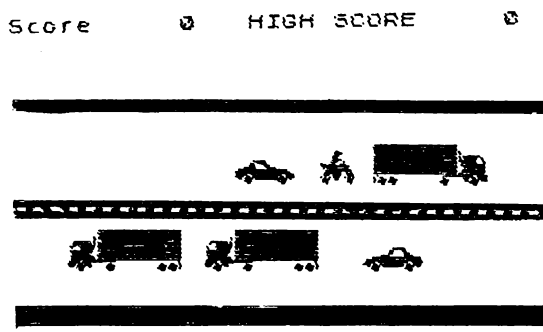
```
TFCTRL
    controlla l'indicatore di generazione
    se non segnala necessita' di rigenerazione
        decrementa il contatore
        return
    altrimenti
        rigenera il primo oggetto "non esistente" chiamando la routine
                  REGEN
    return


REGEN
    salva il puntatore ai dati relativo all'esistenza
    genera un numero casuale tra 0 e 5
    controlla i primi due caratteri  della posizione del  video in cui
        dovrebbe essere generato il nuovo oggetto
    se la somma degli  attributi di questi due caratteri non e' uguale
        a zero
            allora return (vi e' gia' un altro oggetto)
    altrimenti
            determina i dati per l'inizializzazione
            li carica nel database temporaneo di lavoro
            pone il contatore di cicli uguale a 2
            return


MOVTRF
    se e' stato raggiunto il bordo del video
        cambia il valore dell'indicatore reale/astratto
    se e' un movimento versa sinistra
        se e' raggiunto il bordo iniziale dello schermo (posizione con
        la parte bassa dell'indirizzo 1FH)
            se il flag astratto/reale segnala astratto
                pone la condizione di non esistenza, return
            altrimenti
                goto 11
        altrimenti
            goto 11
    altrimenti
        cerca la fine dell'oggetto
        se ha raggiunto la fine  dello schermo (parte bassa dell'indi-
        rizzo 0C0H)
            pone la condizione di non esistenza, return
11: riinizializza il contatore di cicli
    ripristina il puntatore alla sagoma
    memorizza il puntatore agli attributi in ATTPTR
    ripristina righe (ROW) e colonne (COLUMN) della sagoma
    disegna (DRAW) le sagome nella nuova posizione
```

```
RANDNO
    salva nello stack HL e BC
    preleva il valore puntato  dal puntatore di numeri casuali  in ROM
    aggiorna il puntatore
```





FREEWAY FROG Fase 4 (auto della polizia)

Vogliamo ora introdurre nel traffico anche le auto della polizia.
L'auto della polizia (POLICE) e' generata casualmente ed entra in scena con il suono della sirena. Essa si muove ad ogni ciclo e non vi e' nulla che fermi la sua corsa: sorpassa qualsiasi mezzo trovi davanti a se' cancellandolo letteralmente.
Per questo il programma deve ricordare cosa vi era nei singoli caratteri che vengono coperti dalla sagoma dell'auto della polizia in fase di sorpasso, in modo da poterlo ripristinare dopo il passaggio della auto stessa.

Il modulo e' praticamente composto da tre routines:

nome	n.linea	da(H)	a (H)	da(D)	a (D)	checksum
RESPC	9560	7450H	74C1H	29776	29889	11011
POLICE	7930	734AH	73DEH	29514	29662	15769
STRPC	8830	73DFH	744FH	29663	29775	10615

Nello sviluppo del modulo verranno poi richiamate altre routines sviluppate in precedenza.

Il modulo, a cui abbiamo assegnato il nome "police" occupa solo 376 bytes (da 29514 a 29889)

Caricate ora le nuove routines POLICE e STRPC, testatene il checksum e unitele in un unico modulo di nome "police" che salverete su cassetta.
Caricate poi il seguente programma di prova:

```
                        DI
                        EXX
                        PUSH  HL
                        EXX
                        CALL  INIT
              MOVE      CALL  TFCTRL
                        CALL  MOVTRF
    CD4A73    MOVE1     CALL  POLICE
                        LD    A, 7FH
                        IN    A,(FEH)
                        AND   1
      20F5              JR    NZ, MOVE1
                        CALL  FINAL
                        EXX
                        POP   HL
                        EXX
                        EI
                        RET
```

Caricate ora da cassetta i moduli "frog" e "police" e lanciatene l'esecuzione dalla locazione 32000: dovreste vedere sfrecciare un'auto della polizia sulla strada. Se volete poi far muovere anche gli altri mezzi presenti sulle corsie, cambiate il salto relativo in JR NZ,MOVE. Cio' equivale a trasformare il codice di salto ricalcolando il parametro d che diventa EFH.
Questa volta dovreste vedere l'auto della polizia sorpassare i vari mezzi, cancellandone gradatamente la sagoma. Ma quest'operazione avverra' talmente velocemente che non vi accorgerete neppure di questa gradualita'.
Potrete comunque sempre raccontare di aver visto un'auto della polizia sfrecciare sulla strada eliminando tutti i veicoli che avevano la sfortuna di trovarsi davanti.
Diamo ora una breve descrizione della struttura logica delle nuove routines introdotte.

```
POLICE
      se l'auto della polizia "non esiste"
           genera un numero casuale
           se non e' un multiplo di 31
                return
           altrimenti
                pone a 1 l'indicatore di inseguimento
                determina casualmente la corsia
                preleva dal database i dati per l'inizializzazione
      determina la direzione
      memorizza il puntatore di posizione
      ricalcola la posizione
      conserva il valore ottenuto in NEWPOS
      determina il valore di ROW, COLUMN, POS e dell'indicatore
          reale /astratto  prima di chiamare la routine RSHAPE
      controlla se ATTPOS punta a una posizione con attributo di colo-
          re pari a verde
      se e' verde
          pone a 1 l'indicatore di crash
          attribuisce  l'attributo bianco  alla posizione davanti alla
              macchina
      chiama  la routine STRPC (per memorizzare  i dati relativi  alla
          nuova posizione occupata dall'auto)
      chiama  la routine  MVCTRL  (per controllare  la posizione sullo
          schermo)
      se e' verificata la condizione "non esiste" pone a  zero l'indi-
          catore di inseguimento

STRPC
     pone in HL l'indirizzo di NEWPOS
     pone in DE l'indirizzo di PCSTR (police car store)
     conserva il valore di ROW e i successivi 5 bytes di  informazione
     conserva  i dati del display  file e del file attributi per poter
        ricostruire il quadro video
```

Caricate ora la routine RESPC e collegatela con le altre che compongono il modulo "police" e verificatene la correttezza lanciando l'esecuzione di un programma di prova simile al precedente.

Notiamo per inciso che la prova fatta sul precedente modulo "police" non ha permesso di verificare la correttezza della routine STRPC dato che i dati da essa memorizzati non venivano piu' riutilizzati.
Con questa nuova prova quindi otteniamo il duplice scopo di verificare la correttezza della routine di ripristino RESPC e della routine di salvataggio STRPC.

Per effettuare la prova del nuovo modulo "police" modificate il programma di prova nel modo seguente:

```
                        .....
                        .....
              MOVE      CALL  TFCRTL
    CD5074              CALL  RESPC       (-----------------
                        CALL  MOVTFR
                        CALL  POLICE
                        LD    A,7FH
                        IN    A,(FEH)
                        AND   1
      20EC              JR    NZ, MOVE
                        .....
                        .....
```

Ancora una volta si e' reso necessario modificare il valore del parametro nell'istruzione di salto relativo.

Questa volta lanciando l'esecuzione vedrete l'auto della polizia sorpassare i vari mezzi senza pero' cancellarli.

La logica con cui opera la routine RESPC e' la seguente:

```
RESPC
     se l'auto della polizia "non esiste" return
     ripristina il valore di posizione e i 5 bytes salvati partendo da
        ROW
     ripristina i valori del display file e del file attributi secondo
        il formato SKIP/FILL
     return
```

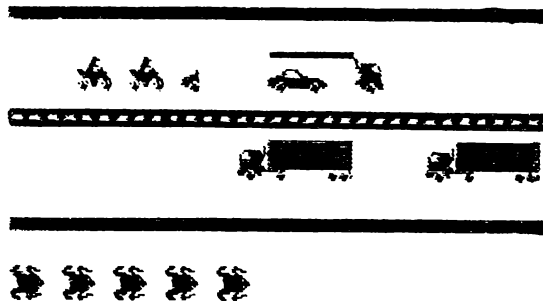
Caricate ora la routine SIREN per azionare la sirena collegandola con le precedenti.
Salvate per sicurezza la nuova versione del modulo "police" e lanciate l'esecuzione modificando il programma di prova come segue:

```
                    .....
                    .....
                CALL   INIT
          MOVE  CALL   TFCTRL
                CALL   RESPC
                CALL   MOVTRF
                CALL   POLICE
 CD8777         CALL   SIREN          (-----------------------
                LD     A, 7FH
                IN     A, (FEH)
                AND    1
                JR     NZ, MOVE
                    .....
                    .....
```

Nel corso dell'esecuzione vedrete passare i veicoli piu' lentamente delle altre volte. Cio' e' dovuto al fatto che la routine per la generazione del suono introduce un elemento di ritardo supplementare allo interno di ciascun ciclo.

```
SIREN
      controllo sullo stato del tasto (ENTER)
      se (ENTER) e' premuto
           cambia "suona" in "non suona" o viceversa
      se "non suona"
           salta a DELAY  (ciclo di ritardo)
      altrimenti
           determina il tono del suono
           carica i dati necessari in HL e DE
           chiama la routine di sistema 03B5H
           return
DELAY conta fino a 6144
```

Collegate il modulo "police" con il modulo "frog" e salvate tutto come un nuovo modulo "frog".



FREEWAY FROG Fase 5 (la rana)

In questo modulo svilupperemo le routines relative ai movimenti della rana.

Innanzitutto dovremo preoccuparci di predisporre per il movimento una nuova rana ogni volta che quella in attivita' muore.

Occorrera' poi sviluppare delle opportune routines che permettano allo utente di governare da tastiera i movimenti della rana, che conservino i dati delle locazioni occupate temporaneamente dalla rana durante il suo moto e che ripristino la situazione esistente prima dell'arrivo della rana, dopo il suo passaggio.

E bisognera' infine preoccuparsi di costruire una routine che gestisca gli scontri tra la rana e gli automezzi, gli arrivi a casa e che calcoli i punteggi.

Data la complessita' del modulo affronteremo separatamente i diversi problemi suddividendo l'analisi in tre parti:

inizializzazione e movimento della rana
gestione del video durante il passaggio della rana
gestione degli incidenti, degli arrivi a casa e del punteggio.

Il modulo completo prendera' il nome di "frgtrn" (frog routine), occupera' 685 bytes (da 29890 a 30574) e sara' composto dalle seguenti routines:

nome	n.linea	da(H)	a (H)	da(D)	a (D)	checksum
FROG	10280	74C2H	74E2H	29890	29922	3818
REGFRG	10520	74E3H	750FH	29923	29967	4079
MOVFRG	10770	7510H	75D5H	29968	30165	19943
RESFRG	11870	75D6H	7627H	30166	30247	8492
STRFRG	12440	7628H	7690H	30248	30352	10136
CRASH	13160	7691H	76A6H	30353	30374	2767
FRGDIE	13280	76A7H	7707H	30375	30471	9965
FRGTON	13890	7708H	771CH	30472	30492	2435
CALSCR	14040	771DH	776EH	30493	30574	8106

Caricate ora le routines FROG, REFRG, MOVFRG, RESFRG, STRFRG e CRASH e modificate il programma di prova come segue:

```
                .....
                .....
              CALL  INIT
MOVE          CALL  TFCTRL
              CALL  RESPC
              CALL  MOVTRF
              CALL  POLICE
              CALL  FROG          (------------------
              CALL  SIREN
              LD    A, 7FH
              IN    A, A, (FEH)
              AND   1
              JR    NZ, MOVE
                .....
                .....
```

Dato che non abbiamo ancora caricato la routine FRGDIE, sostituiamo il codice della linea 13190 con

```
00 00 00
```

Lanciando l'esecuzione potrete far muovere a vostro piacimento la rana usando i quattro tasti 1,a,i,p come segue:

"1" = su "a" = giu' "i" = sinistra "p" = destra

In caso di incidente la rana verra' solo eliminata dallo schermo dato che la routine per la gestione della morte della rana non e' ancora stata realizzata.

Descriviamo ora le routines di questo modulo fin qui utilizzate.

FROG
questa routine controlla lo sviluppo dell'intero modulo.

```
     se la rana ha avuto un incidente
          salta a CRH
     altrimenti
          poni l'indicatore di punteggio a zero
          chiama la routine REGFR
          decrementa il contatore di cicli
          se il contatore non e' zero
               return
          altrimenti
               riinizializza il contatore di cicli
               chiama la routine MOVFRG
               se non ha provocato un incidente
                    return
CRH  chiama la routine CRASH
     return
```

```
REGFRG
     se la rana "non esiste"
           carica nel database di lavoro i dati necessari prelevandoli
              dal database iniziale
           posiziona la rana al punto di partenza
           inizializza OLDFRG e NEWFRG con FRGPOS
           inizializza l'area di memoria destinata alla rana a zero
     return

MOVFRG
     inizializza i registri come segue:
           C  - movimento
           B  - direzione della rana
           DE - puntatore alla sagoma della rana
     controlla il movimento scelto per la rana:
           i - su, a - giu', j - sinistra, p - destra
     memorizza i dati relativi alla direzione e alla sagoma
     se C=0
        return
     altrimenti
        considera la vecchia posizione della rana
        calcola la nuova posizione e memorizzala
     controlla la validita' della posizione rispetto allo schermo
     se e' accettabile
        memorizzala in NEWFRG
        poni a 1 l'indicatore di punteggio
     controlla la vecchia posizione
     se OLDFRG e' uguale a NEWFRG
        return
     altrimenti
        chiama la routine RESFRG
        poni OLDFRG=NEWFRG
        realizza il movimento tenendo conto dei dati fin qui acquisiti
        chiama la routine STRFRG
      return

RESFRG
      ripristina  sul video nella posizione OLDFRG la  situazione esi-
        stente  prima dell'arrivo della  rana ricostruendo  il display
        file e il file degli attributi

STRFRG
      conserva i dati del display file e degli attributi relativi alle
         nuove posizioni occupate dalla rana per poterle  riutilizzare
         dopo il suo passaggio
```

CRASH

azzera l'indicatore di crash
poni l'indicatore di esistenza su "non esiste"
chiama la routine FRGDIE (per la morte della rana)
chiama la routine RESTORG (per ripristinare la situazione sul video)
decrementa il contatore di rane

Dopo aver salvato queste routines, caricate CALSCR, FRGDIE e FRGTON
Sostituite la linea 13190 con

```
7698    CDA776    CALL  FRGDIE      (30360)
```

e modificate il programma di prova come segue:

```
                .....
                .....
          CALL   FROG
          CALL   CALSCR   (--------------------
          CALL   SIREN
                .....
                .....
```

Collegate tra loro le varie routines, salvate il tutto per sicurezza e lanciate l'esecuzione.

Quando la rana subisce un incidente, si illumina di rosso e svanisce.

FRGDIE

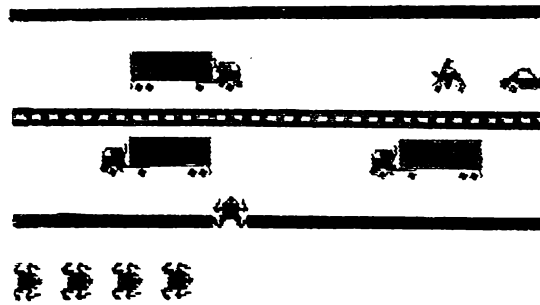
controlla se la rana ha raggiunto la casa o se e' morta
seleziona il tono triste ed il colore rosso
se la rana ha raggiunto la casa
    aggiungi uno alla terza cifra del punteggio
        (bonus di 100 punti)
    chiama la routine DISSCR (display score)
    seleziona il tono allegro ed il colore giallo
disegna la rana tenendo conto di OLDFRG, FROGSH e degli attributi chiamando la routine DRWFRG
illumina la rana con il colore prescelto per cinque volte

FRGTON

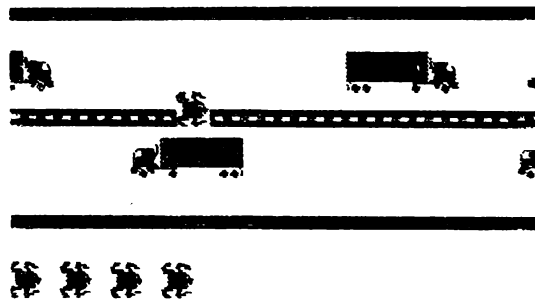
chiama la routine TONE1 (tono codificato dalla routine SIREN)
sposta il puntatore sulla scala dei toni in accordo con il colore selezionato per la rana (allegro se giallo
                                (cupo se rosso)

```
CALSCR
      se la rana "non esiste"
           return
      altrimenti
           se l'indicatore di punteggio non e' settato
                return
           altrimenti
                se la rana e' salita
                     aggiungi uno alla seconda cifra del punteggio
                               ( bonus di 10 punti)
                 altrimenti
                     se la rana non e' sulla strada
                          return
                     altrimenti
                          aggiungi uno alla seconda cifra  del punteg-
                                    gio
                                ( bonus di 10 punti)
                     rileggi ad una ad una le cifre del punteggio
                     predisponi i dati necessari  per la sua visualiz-
                               zazione
                     visualizza il nuovo punteggio.
```

```
Score      0    HIGH SCORE      0
```



```
Score    100    HIGH SCORE      0
```



FREEWAY FROG fase 6 (controllo)

In questa fase verranno sviluppate le routines preposte al controllo dell'intero programma.

Il controllo consiste nel verificare alla fine di ogni partita se deve essere aggiornato il valore del punteggio massimo raggiunto e nel far ripartire automaticamente il programma per una nuova partita.

Per far terminare il programma sara' sufficiente battere in un momento qualsiasi il tasto (SPACE).

La struttura di questo modulo di controllo, che si sviluppa dalla linea 180 alla linea 440, e' assai simile a quella dei programmi di prova utilizzati per testare le singole parti del programma.

Esso usa essenzialmente queste ultime due routines:

nome	n.linea	da(H)	a (H)	da(D)	a (D)	checksum
START	180	6978H	69AEH	27000	27054	8427
OVER	15200	77DEH	77FDH	30686	30717	2491

Caricate queste nuove routines, collegatele con il vecchio modulo "frog" e avrete finalmente ultimato il programma!

Per provarne la correttezza non vi resta altro che lanciarne l'esecuzione. Ma fate attenzione: questa volta dovrete lanciarla a partire dalla locazione 27000 e non dalla 32000!

Per concludere vi presentiamo la struttura della routine OVER:

```
OVER
    confronta tutte le cifre di HISCR e SCORE+1
    per la prima cifra diversa
         se la cifra di HISCR e' minore di quella di SCORE+1
                 sostituisci HISCR con SCORE+1
         altrimenti
             return
    return
```

Congratulazioni: avete finito il vostro lavoro ed io spero proprio che siate soddisfatti per aver sviluppato con noi il programma FREEWAY FROG.

```
                00100 ;********** FREEWAY FROG **********
                00110 ;
                00120 ;
                00130 ;
                00140 ;
                00150 ;
6978            00160           ORG     27000
                00170 ;
6978 F3         00180 START     DI              ;DISABILITA IL CONTROLLO DELLA
6979 D9         00190           EXX             ;TASTIERA DA PARTE DEL BASIC
697A E5         00200           PUSH    HL      ;SALVA IL CONTENUTO DI HL DA
697B D9         00210           EXX             ;RIPRISTINARE AL RETURN
697C CD836F     00220 AGAIN     CALL    INIT    ;INIZIALIZZAZIONE
697F CDBD70     00230 MOVE      CALL    TFCTRL  ;CONTROLLO TRAFFICO
6982 CD5074     00240           CALL    RESPC   ;RISTRUTTURAZIONE VIDEO
6985 CD0F71     00250           CALL    MOVTRF  ;MOVIM.TRAFFICO
6988 CD4A73     00260           CALL    POLICE  ;AUTO DELLA POLIZIA
698B CDC274     00270           CALL    FROG    ;MODULO FROG
698E CD1D77     00280           CALL    CALSCR  ;CALCOLO E VIS. PUNTI
6991 CD8777     00290           CALL    SIREN   ;SIRENA O MORTE RANA
6994 3A776F     00300           LD      A,(GAMFLG)      ;RANE FINITE?
6997 A7         00310           AND     A
6998 2005       00320           JR      NZ,CONTIN
699A CDDE77     00330           CALL    OVER    ;GESTIONE PT.MAX
699D 18DD       00340           JR      AGAIN   ;NUOVA PARTITA
699F 3E7F       00350 CONTIN    LD      A,7FH   ;MASCHERA TASTO SPACE
69A1 DBFE       00360           IN      A,(0FEH ;  SCANS.TASTIERA
69A3 E601       00370           AND     1
69A5 20D8       00380           JR      NZ,MOVE
69A7 CDFE77     00390           CALL    FINAL   ;CANCELLA VIDEO
69AA D9         00400           EXX
69AB E1         00410           POP     HL      ;RIPRISTINO HL
69AC D9         00420           EXX
69AD FB         00430           EI              ;ABILITAZIONE INTERRUZIONI
69AE C9         00440           RET             ;RITORNO AL BASIC
                00450 ;
                00460 ;
69AF            00470
                00100 ;**********  FROGDB/ASM  **********
                00110 ;
69AF B769       00120 FRGSHP    DEFW    FROG1   ;RANA SU
69B1 D769       00130           DEFW    FROG2   ;RANA DESTRA
69B3 F769       00140           DEFW    FROG3   ;RANA GIU
69B5 176A       00150           DEFW    FROG4   ;RANA SINISTRA
69B7 6F         00160 FROG1     DB      111,15,31,159,220,216,120,48
     0F 1F 9F DC D8 78 30
69BF F6         00170           DB      246,240,248,249,59,27,30,12
     F0 F8 F9 3B 1B 1E 0C
69C7 00         00180           DB      0,1,35,37,111,79,223,255
     01 23 25 6F 4F DF FF
69CF 00         00190           DB      0,128,196,164,246,242,251,255
     80 C4 A4 F6 F2 FB FF
69D7 1F         00200 FROG2     DB      31,31,31,127,252,193,113,56
     1F 1F 7F FC C1 71 38
69DF FE         00210           DB      254,244,248,240,192,156,240,192
     F4 F8 F0 C0 9C F0 C0
69E7 38         00220           DB      56,113,193,252,127,31,31,31
```

```
      71 C1 FC 7F 1F 1F 1F
69EF  C0       00230          DB      192,240,156,192,240,248,244,254
      F0 9C C0 F0 F8 F4 FE
69F7  FF       00240 FROG3    DB      255,223,79,111,37,35,1,0
      DF 4F 6F 25 23 01 00
69FF  FF       00250          DB      255,251,242,246,164,196,128,0
      FB F2 F6 A4 C4 80 00
6A07  30       00260          DB      48,120,216,220,159,31,15,111
      78 D8 DC 9F 1F 0F 6F
6A0F  0C       00270          DB      12,30,27,59,249,248,240,246
      1E 1B 3B F9 F8 F0 F6
6A17  7F       00280 FROG4    DB      127,47,31,15,3,57,15,3
      2F 1F 0F 03 39 0F 03
6A1F  F0       00290          DB      240,240,248,254,63,131,142,28
      F0 F8 FE 3F 83 8E 1C
6A27  03       00300          DB      3,15,57,3,15,31,47,127
      0F 39 03 0F 1F 2F 7F
6A2F  1C       00310          DB      28,142,131,63,254,248,240,240
      8E 83 3F FE F8 F0 F0
               00320 ;
               00330 ;
6A37  00       00340 LBIKE    DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6A3F  1F       00350          DB      31,63,115,81,169,112,112,32
      3F 73 51 A9 70 70 20
6A47  FE       00360          DB      254,252,252,234,213,206,14,4
      FC FC EA D5 CE 0E 04
6A4F  00       00370          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6A57  00       00380          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6A5F  01       00390          DB      1,3,1,0,3,4,14,31
      03 01 00 03 04 0E 1F
6A67  80       00400          DB      128,192,192,224,224,112,119,255
      C0 C0 E0 E0 70 77 FF
6A6F  00       00410          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
               00420 ;
6A77  00       00430 LBATT    DB      0,7,7,0
      07 07 00
6A7B  00       00440          DB      0,7,7,0
      07 07 00
               00450 ;
6A7F  00       00460 RBIKE    DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6A87  7F       00470          DB      127,63,63,87,171,115,112,32
      3F 3F 57 AB 73 70 20
6A8F  F8       00480          DB      248,252,206,138,149,14,14,4
      FC CE 8A 95 0E 0E 04
6A97  00       00490          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6A9F  00       00500          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6AA7  01       00510          DB      1,3,3,7,7,14,238,255
      03 03 07 07 0E EE FF
6AAF  80       00520          DB      128,192,128,0,192,32,112,248
```

```
     C0 B0 00 C0 20 70 F8
6AB7 00       00530          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
                   00540 ;
                   00550 ;
6ABF 00       00560 RBATT    DB      0,7,7,0
     07 07 00
6AC3 00       00570          DB      0,7,7,0
     07 07 00
                   00580 ;
                   00590 ;
6AC7 00       00600 LCAR     DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6ACF 00       00610          DB      0,0,3,7,15,2,0,0
     00 03 07 0F 02 00 00
6AD7 07       00620          DB      7,255,255,159,111,247,240,96
     FF FF 9F 6F F7 F0 60
6ADF B0       00630          DB      128,255,255,255,255,254,0,0
     FF FF FF FF FE 00 00
6AE7 F0       00640          DB      240,254,255,159,111,246,240,96
     FE FF 9F 6F F6 F0 60
6AEF 00       00650          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6AF7 00       00660          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6AFF 00       00670          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B07 00       00680          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B0F 00       00690          DB      0,0,0,0,0,63,97,193
     00 00 00 00 3F 61 C1
6B17 00       00700          DB      0,0,0,0,0,0,128,192
     00 00 00 00 00 B0 C0
6B1F 00       00710          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
                   00720 ;
6B27 00       00730 LCATT    DB      0,6,6,6,6,0
     06 06 06 06 00
6B2D 00       00740          DB      0,0,0,6,6,0
     00 00 06 06 00
                   00750 ;
                   00760 ;
6B33 00       00770 RCAR     DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B3B 0F       00780          DB      15,127,255,249,246,111,15,6
     7F FF F9 F6 6F 0F 06
6B43 01       00790          DB      1,255,255,255,255,127,0,0
     FF FF FF FF 7F 00 00
6B4B E0       00800          DB      224,255,255,249,246,239,15,6
     FF FF F9 F6 EF 0F 06
6B53 00       00810          DB      0,0,192,224,240,64,0,0
     00 C0 E0 F0 40 00 00
6B5B 00       00820          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B63 00       00830          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
```

```
6B6B 00          00840          DB      0,0,0,0,0,0,1,3
     00 00 00 00 00 01 03
6B73 00          00850          DB      0,0,0,0,0,252,134,131
     00 00 00 00 FC 86 83
6B7B 00          00860          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B83 00          00870          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B8B 00          00880          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
                 00890 ;
6B93 00          00900 RCATT    DB      0,2,2,2,2,0
     02 02 02 02 00
6B99 00          00910          DB      0,2,2,0,0,0
     02 02 00 00 00
                 00920 ;
                 00930 ;
6B9F 00          00940 LTRUCK   DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BA7 1F          00950          DB      31,31,31,62,61,59,3,1
     1F 1F 3E 3D 3B 03 01
6BAF F8          00960          DB      248,252,254,127,184,216,192,128
     FC FE 7F B8 D8 C0 80
6BB7 FF          00970          DB      255,255,255,255,6,15,15,6
     FF FF FF 06 0F 0F 06
6BBF FF          00980          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
     FF FF 00 00 00 00 00
6BC7 FF          00990          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
     FF FF 00 00 00 00 00
6BCF FF          01000          DB      255,255,255,0,6,15,15,6
     FF FF 00 06 0F 0F 06
6BD7 FE          01010          DB      254,254,254,4,50,122,122,48
     FE FE 04 32 7A 7A 30
6BDF 00          01020          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BE7 00          01030          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BEF 00          01040          DB      0,0,7,9,17,17,31,31
     00 07 09 11 11 1F 1F
6BF7 02          01050          DB      2,2,250,250,254,252,252,248
     02 FA FA FE FC FC F8
6BFF FF          01060          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C07 FF          01070          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C0F FF          01080          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C17 FF          01090          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C1F FE          01100          DB      254,254,254,254,254,254,254,254
     FE FE FE FE FE FE FE
6C27 00          01110          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6C2F 00          01120          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6C37 00          01130          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
```

```
      00 00 00 00 00 00 00
6C3F 00          01140          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6C47 00          01150          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C4F 00          01160          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C57 00          01170          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C5F 00          01180          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C67 00          01190          DB      0,0,0,0,0,254,254,254
      00 00 00 00 FE FE FE
6C6F 00          01200          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
                 01210 ;
                 01220 ;
6C77 00          01230 LTATT    DB      0,3,3,5,5,5,5,5.0
      03 03 05 05 05 05 00
6C80 00          01240          DB      0,3,3,5,5,5,5,5,0
      03 03 05 05 05 05 00
6C89 00          01250          DB      0,0,0,5,5,5,5,5,0
      00 00 05 05 05 05 00
                 01260 ;
                 01270 ;
6C92 00          01280 RTRUCK   DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6C9A 7F          01290          DB      127,127,127,32,76,94,94,12
      7F 7F 20 4C 5E 5E 0C
6CA2 FF          01300          DB      255,255,255,0,96,240,240,96
      FF FF 00 60 F0 F0 60
6CAA FF          01310          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
      FF FF 00 00 00 00 00
6CB2 FF          01320          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
      FF FF 00 00 00 00 00
6CBA FF          01330          DB      255,255,255,255,96,240,240,96
      FF FF FF 60 F0 F0 60
6CC2 1F          01340          DB      31,63,127,254,29,27,3,1
      3F 7F FE 1D 1B 03 01
6CCA F8          01350          DB      248,248,248,124,188,220,192,128
      F8 F8 7C BC DC C0 80
6CD2 00          01360          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6CDA 00          01370          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6CE2 7F          01380          DB      127,127,127,127,127,127,127,127
      7F 7F 7F 7F 7F 7F 7F
6CEA FF          01390          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6CF2 FF          01400          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6CFA FF          01410          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6D02 FF          01420          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6D0A 40          01430          DB      64,64,95,95,127,63,63,31
```

```
      40 5F 5F 7F 3F 3F 1F
6D12  00       01440          DB      0,0,224,144,136,136,248,248
      00 E0 90 88 88 F8 F8
6D1A  00       01450          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6D22  00       01460          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6D2A  00       01470          DB      0,0,0,0,0,127,127,127
      00 00 00 00 7F 7F 7F
6D32  00       01480          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6D3A  00       01490          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6D42  00       01500          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6D4A  00       01510          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6D52  00       01520          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6D5A  00       01530          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6D62  00       01540          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
               01550 ;
               01560 ;
6D6A  00       01570 RTATT    DB      0,5,5,5,5,5,3,3,0
      05 05 05 05 05 03 03 00
6D73  00       01580          DB      0,5,5,5,5,5,3,3,0
      05 05 05 05 05 03 03 00
6D7C  00       01590          DB      0,5,5,5,5,5,0,0,0
      05 05 05 05 05 00 00 00
               01600 ;
               01610 ;
6D85  00       01620 BLANK    DB      0,0,0,0
      00 00 00
               01630 ;
               01640 ;
0024           01650 FRGSTR   DS      36              ;4*8+4
0078           01660 PCSTR    DS      120             ;12*8+12+7
               01670 ;
               01680 ;
               01690 ;********  DATA BASE  *********
               01700 ;
6E25  00       01710 OB1EXT   DEFB    0               ;ESISTENZA OGGETTO
6E26  00       01720          DEFB    0               ;CONTATORE
6E27  00       01730          DEFB    0               ;DIR. 0 => DESTRA
6E28  00       01740          DEFB    0               ;IND.POS.OGGETTO1
6E29  0000     01750          DEFW    0               ;CONT.POS.
6E2B  0000     01760          DEFW    0               ;PUNT.SAGOMA
6E2D  0000     01770          DEFW    0               ;PUNT.ATTRIBUTI
6E2F  00       01780          DEFB    0               ;CONT.RIGHE
6E30  00       01790          DEFB    0               ;CONT.COLONNE
6E31  00       01800 OB2EXT   DB      0,0,0,0
      00 00 00
6E35  0000     01810          DEFW    0               ;INDIC.REALE/ASTR. OGG2
6E37  0000     01820          DEFW    0
```

```
6E39 0000      01830           DEFW    0
6E3B 00        01840           DB      0,0
     00
6E3D 00        01850 OB3EXT    DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E41 0000      01860           DEFW    0
6E43 0000      01870           DEFW    0
6E45 0000      01880           DEFW    0
6E47 00        01890           DB      0,0
     00
6E49 00        01900 OB4EXT    DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E4D 0000      01910           DEFW    0
6E4F 0000      01920           DEFW    0
6E51 0000      01930           DEFW    0
6E53 00        01940           DB      0,0
     00
6E55 00        01950 OB5EXT    DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E59 0000      01960           DEFW    0
6E5B 0000      01970           DEFW    0
6E5D 0000      01980           DEFW    0
6E5F 00        01990           DB      0,0
     00
6E61 00        02000 OB6EXT    DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E65 0000      02010           DEFW    0
6E67 0000      02020           DEFW    0
6E69 0000      02030           DEFW    0
6E6B 00        02040           DB      0,0
     00
               02050 ;
               02060 ;
6E6D 00        02070 PCAREXT   DEFB    0               ;DATABASE AUTO POLIZIA
6E6E 00        02080 PCARCYC   DEFB    0
6E6F 00        02090 PCARDIR   DEFB    0
6E70 00        02100 PCARRAP   DEFB    0
6E71 0000      02110 PCARPOS   DEFW    0
6E73 0000      02120 PCARSHP   DEFW    0
6E75 0000      02130 PCARATT   DEFW    0
6E77 02        02140 PCARROW   DEFB    2
6E78 06        02150 PCARCOL   DEFB    6
               02160 ;
               02170 ;
6E79 00        02180 FRGEXT    DEFB    0               ;DATABASE RANA
6E7A 00        02190 FRGCYC    DEFB    0
6E7B 00        02200 FRGDIR    DEFB    0               ;0-SU 1-DES 2-DIU 3-SIN
6E7C 0000      02210 FRGPOS    DEFW    0
6E7E 0000      02220 FRGSSH    DEFW    0
6E80 00        02230 FRGATR    DEFB    0
               02240 ;
               02250 ;
6E81 08        02260 FRGDB     DB      8,8,1
     08 01
6E84 AC50      02270 FRGSTN    DEFW    50ACH           ;POS.INIZ.RANA
6E86 B769      02280           DEFW    FROG1
```

```
6E88 04          02290          DB       4              ;ATTRIBUTI E CARAT.
                 02300 ;
                 02310 ;
6E89 956E        02320 DBINDEX  DEFW     RBDB           ;DB BICI DESTRA
6E8B A16E        02330          DEFW     LBDB           ;DB BICI SIN.
6E8D AD6E        02340          DEFW     RCDB           ;DB AUTO DESTRA
6E8F B96E        02350          DEFW     LCDB           ;DB AUTO SIN.
6E91 C56E        02360          DEFW     RTDB           ;DB CAMION DESTRA
6E93 D16E        02370          DEFW     LTDB           ;DB CAMION SIN.
                 02380 ;
                 02390 ;
6E95 02          02400 RBDB     DB       2,1,0,0        ;ES. CONT. DIR. IND. R/A
     01 00 00
6E99 1D48        02410          DEFW     481DH          ;POS
6E9B 7F6A        02420          DEFW     RBIKE          ;BICI DESTRA
6E9D BF6A        02430          DEFW     RBATT          ;ATTRIBUTO
6E9F 02          02440          DB       2,4            ;RIGA COLONNA
     04
                 02450 ;
                 02460 ;
6EA1 02          02470 LBDB     DB       2,1,1,1
     01 01 01
6EA5 DF48        02480          DEFW     48DFH
6EA7 376A        02490          DEFW     LBIKE
6EA9 776A        02500          DEFW     LBATT
6EAB 02          02510          DB       2,4
     04
                 02520 ;
                 02530 ;
6EAD 03          02540 RCDB     DB       3,1,0,0
     01 00 00
6EB1 1B48        02550          DEFW     481BH
6EB3 336B        02560          DEFW     RCAR
6EB5 936B        02570          DEFW     RCATT
6EB7 02          02580          DB       2,6
     06
                 02590 ;
                 02600 ;
6EB9 03          02610 LCDB     DB       3,1,1,1
     01 01 01
6EBD DF48        02620          DEFW     48DFH
6EBF C76A        02630          DEFW     LCAR
6EC1 276B        02640          DEFW     LCATT
6EC3 02          02650          DB       2,6
     06
                 02660 ;
                 02670 ;
6EC5 06          02680 RTDB     DB       6,1,0,0
     01 00 00
6EC9 1848        02690          DEFW     4818H
6ECB 926C        02700          DEFW     RTRUCK
6ECD 6A6D        02710          DEFW     RTATT
6ECF 03          02720          DB       3,9
     09
                 02730 ;
                 02740 ;
```

```
6ED1 06          02750 LTDB    DB      6,1,1,1
     01 01 01
6ED5 DF48        02760         DEFW    48DFH
6ED7 9F6B        02770         DEFW    LTRUCK
6ED9 776C        02780         DEFW    LTATT
6EDB 03          02790         DB      3,9
     09
                 02800 ;
                 02810 ;
6EDD 01          02820 LPCDB   DB      1,1,1,1
     01 01 01
6EE1 DF48        02830         DEFW    48DFH
6EE3 C76A        02840         DEFW    LCAR
6EE5 E96E        02850         DEFW    LPCATT
6EE7 02          02860         DB      2,6
     06
                 02870 ;
                 02880 ;
6EE9 00          02890 LPCATT  DB      0,5,5,5,5,0
     05 05 05 05 00
6EEF 00          02900         DB      0,0,0,5,5,0
     00 00 05 05 00
                 02910 ;
                 02920 ;
6EF5 01          02930 RPCDB   DB      1,1,0,0
     01 00 00
6EF9 1B48        02940         DEFW    481BH
6EFB 336B        02950         DEFW    RCAR
6EFD 016F        02960         DEFW    RPCATT
6EFF 02          02970         DB      2,6
     06
                 02980 ;
                 02990 ;
6F01 00          03000 RPCATT  DB      0,5,5,5,5,0
     05 05 05 05 00
6F07 00          03010         DB      0,5,5,0,0,0
     05 05 00 00 00
                 03020 ;
                 03030 ;
                 00480 ;
                 00490 ;
6F0D 29          00500 PCTON1  DB      41,0,0F0H,1     ;PRIMO TONO SIRENA
     00 F0 01
6F11 17          00510 PCTON2  DB      23,0,8CH,3      ;SECONDO TONO
     00 8C 03
                 00520 ;
                 00530 ;
6F15 46          00540 HOMTON  DB      46H,0,0C7H,4    ;TONO ALLEGRO
     00 C7 04
6F19 5D          00550         DB      5DH,0,8CH,3
     00 8C 03
6F1D 7C          00560         DB      7CH,0,0A1H,2
     00 A1 02
6F21 AA          00570         DB      0AAH,0,0F1H,1
     00 F1 01
6F25 DE          00580         DB      0DEH,0,6DH,1
```

```
      00 6D 01
6F29 28          00590          DB      28H,1,9,1
      01 09 01
6F2D 8B          00600          DB      8BH,1,0BFH,0
      01 BF 00
6F31 0F          00610          DB      0FH,2,88H,0
      02 88 00
6F35 C0          00620          DB      0C0H,2,5EH,0
      02 5E 00
6F39 84          00630 DIETON   DB      84H,3,43H,0      ;TONO TRISTE
      03 43 00
                 00640 ;
                 00650 ;
6F3D 53          00660 SCRMS1   DM      'Score '
      63 6F 72 65 20
6F43 30          00670 SCORE    DB      30H,30H,30H,30H,30H,30H
      30 30 30 30 30
6F49 48          00680 SCRMS2   DM      'HIGH SCORE '
      49 47 48 20 53 43 4F 52
      45 20
6F54 30          00690 HISCR    DB      30H,30H,30H,30H,30H
      30 30 30 30
                 00700 ;
                 00710 ;
0005             00720 IMAGE    DS      5        ;VIS.PUNTEGGIO
6F5E 00          00730 UPDWN    DEFB    0        ;RANA IN SU O IN GIU?
                 00740 ;
                 00750 ;
6F5F 00          00760 COLUMN   DB      0        ;VAR. COLONNA
6F60 00          00770 ROW      DB      0        ;VAR. RIGA
6F61 00          00780 SKIP     DEFB    0        ;CAP. SALTATO
6F62 00          00790 FILL     DEFB    0        ;CAR. DISEGNATO
6F63 0000        00800 ATTPOS   DEFW    0        ;MEM.PUNT. FILE ATTR.
6F65 00          00810 ATTR     DB      0        ;ATTRIBUTI DISEGNO
6F66 0000        00820 DRWPOS   DEFW    0        ;POS. DISEGNO
6F68 0000        00830 STRPOS   DEFW    0        ;POS. MEM.
                 00840 ;
                 00850 ;
6F6A 0000        00860 ATTPTR   DEFW    0
6F6C 0000        00870 NEWPOS   DEFW    0        ;POS. NUOVO OGG.
6F6E 0000        00880 POSPTR   DEFW    0        ;PUNT. D.B.
6F70 00          00890 GENFLG   DEFB    0        ;IND. GENER. TRAFF.
                 00900 ;
                 00910 ;
6F71 00          00920 JAMFLG   DEFB    0        ;POSTO A 1 SE VI E' MOV.
                 00930 ;
                 00940 ;
6F72 00          00950 CHASE    DEFB    0        ;POSTO A 1 SE APPARE POLIZIA
6F73 00          00960 SOUNDF   DEFB    0        ;POSTO A 1 SE SUONA SIRENA
6F74 00          00970 TONFLG   DEFB    0        ;DETERM. TONO SIRENA
6F75 0000        00980 RND      DEFW    0        ;GEN. NUM. CASUALE
                 00990 ;
                 01000 ;
6F77 01          01010 GAMFLG   DEFB    1        ;FINE SE ZERO
6F78 0000        01020 OLDFRG   DEFW    0        ;VECCHIA POS. RANA
6F7A 0000        01030 NEWFRG   DEFW    0        ;NUOVA POS. RANA
```

```
6F7C 00        01040 CRHFLG  DEFB    0         ;1=POSTO A 1 SE INCIDENTE
6F7D 00        01050 TEMDIR  DEFB    0         ;NUOVA DIR. RANA
6F7E 0000      01060 TEMPOS  DEFW    0         ;NUOVA POS. RANA
6F80 0000      01070 TEMSHP  DEFW    0         ;NUOVA SAGOMA RANA
               01080 ;
               01090 ;
5020           01100 BOTHY1  EQU     5020H   ;0,38. 0,39
5120           01110 BOTHY2  EQU     5120H
46A0           01120 TOPHY1  EQU     46A0H   ;0,128. 0,129
47A0           01130 TOPHY2  EQU     47A0H
4B60           01140 MIDHY1  EQU     4B60H   ;x,83. x,84
4C60           01150 MIDHY2  EQU     4C60H
               01160 ;
               01170 ;
3C00           01180 CHRSET  EQU     3C00H   ;PRIMO DEI 256 BYTES VUOTI
               01190 ;
               01200 ;
6F82 05        01210 NUMFRG  DEFB    5         ;NUMERO RANE
               01220 ;
               01230 ;
6F83 AF        01240 INIT    XOR     A               ;000 PER D2 D1 D0
6F84 D3FE      01250         OUT     (0FEH),A        ;COLORE SFONDO
6F86 32485C    01260         LD      (23624),A       ;NERO
6F89 327C6F    01270         LD      (CRHFLG),A
6F8C 32796E    01280         LD      (FRGEXT),A      ;RANA NON ES.
6F8F 3C        01290         INC     A
6F90 32776F    01300         LD      (GAMFLG),A      ;IND. GIOCO
6F93 3E05      01310         LD      A,5             ;INIZ. NUM.RANE
6F95 32826F    01320         LD      (NUMFRG),A
6F98 ED5F      01330         LD      A,R             ;GEN. NUM. CASUALE
6F9A E63F      01340         AND     3FH             ;PER QUESTO CICLO
6F9C 67        01350         LD      H,A             ;PUNT. ALLA ROM
6F9D ED5F      01360         LD      A,R
6F9F 6F        01370         LD      L,A
6FA0 22756F    01380         LD      (RND),HL
6FA3 21AC50    01390         LD      HL,50ACH        ;POS.INIZ. RANA
6FA6 22846E    01400         LD      (FRGSTN),HL
6FA9 CDD772    01410         CALL    CLRSCR          ;CANCELL. VIDEO
6FAC CD0B70    01420         CALL    DRWHWY          ;DISEGNO
6FAF CD5570    01430         CALL    LINEUP          ;LIMITE PER ES. RANA
6FB2 210040    01440         LD      HL,4000H        ;MESSAGGIO PUNT.
6FB5 113D6F    01450         LD      DE,SCRMS1
6FB8 0606      01460         LD      B,6
6FBA CD2873    01470         CALL    DISASC          ;VIS.CARATTERE ASCII
6FBD 21446F    01480         LD      HL,SCORE+1      ;VIS. PUNTEGGIO
6FC0 CD6F77    01490         CALL    SCRIMG          ;CONVERTITO IN IMMAGINE
MG
6FC3 210640    01500         LD      HL,4006H
6FC6 11596F    01510         LD      DE,IMAGE
6FC9 0605      01520         LD      B,5
6FCB CD2873    01530         CALL    DISASC
6FCE 210E40    01540         LD      HL,400EH        ;MESSAGGIO PUNT.MAX.
6FD1 11496F    01550         LD      DE,SCRMS2
6FD4 060B      01560         LD      B,11
6FD6 CD2873    01570         CALL    DISASC
6FD9 21546F    01580         LD      HL,HISCR
6FDC CD6F77    01590         CALL    SCRIMG
```

```
6FDF 211940     01600           LD      HL,4019H
6FE2 11596F     01610           LD      DE,IMAGE
6FE5 0605       01620           LD      B,5
6FE7 CD2873     01630           CALL    DISASC
6FEA 21256E     01640           LD      HL,OB1EXT       ;NESSUN OGG. ESISTENTE
6FED 110C00     01650           LD      DE,12
6FF0 0607       01660           LD      B,7
6FF2 AF         01670           XOR     A
6FF3 77         01680 INTLP1    LD      (HL),A
6FF4 19         01690           ADD     HL,DE
6FF5 10FC       01700           DJNZ    INTLP1
6FF7 32726F     01710           LD      (CHASE),A       ;POLIZIA NON ESIST.
6FFA 3C         01720           INC     A
6FFB 32736F     01730           LD      (SOUNDF),A      ;SIRENA ACCESA
6FFE 21436F     01740           LD      HL,SCORE        ;INIZ. PUNTEGGIO CON
7001 11446F     01750           LD      DE,SCORE+1      ;LO ZERO ASCII (30H)
7004 0E05       01760           LD      C,5
7006 3630       01770           LD      (HL),30H
7008 EDB0       01780           LDIR                    ;INIZ. PUNTI A 30H
700A C9         01790           RET
                01800 ;
                01810 ;
700B 21A040     01820 DRWHWY    LD      HL,40A0H        ;LINEA ALTA
700E CD4170     01830           CALL    FILHWY
7011 216048     01840           LD      HL,4860H        ;LINEA MEDIA
7014 CD4170     01850           CALL    FILHWY
7017 212050     01860           LD      HL,5020H        ;LINEA BASSA
701A CD4170     01870           CALL    FILHWY
701D 21A046     01880           LD      HL,TOPHY1       ;INV. COLORE
7020 11A047     01890           LD      DE,TOPHY2
7023 AF         01900           XOR     A
7024 CD3870     01910           CALL    HIGHWY
7027 212050     01920           LD      HL,BOTHY1
702A 112051     01930           LD      DE,BOTHY2
702D CD3870     01940           CALL    HIGHWY
7030 21604B     01950           LD      HL,MIDHY1
7033 11604C     01960           LD      DE,MIDHY2
7036 3EC3       01970           LD      A,195           ;BIN 11000011
7038 0620       01980 HIGHWY    LD      B,32            ;32*8 BITS
703A 77         01990 HWYLOP    LD      (HL),A
703B 12         02000           LD      (DE),A
703C 23         02010           INC     HL
703D 13         02020           INC     DE
703E 10FA       02030           DJNZ    HWYLOP
7040 C9         02040           RET
                02050 ;
                02060 ;
7041 3EFF       02070 FILHWY    LD      A,0FFH
7043 D9         02080           EXX
7044 0620       02090           LD      B,32
7046 D9         02100 FILHYL    EXX
7047 E5         02110           PUSH    HL
7048 0608       02120           LD      B,8
704A 77         02130 FILCHR    LD      (HL),A
704B 24         02140           INC     H
704C 10FC       02150           DJNZ    FILCHR
```

```
704E E1        02160          POP     HL
704F 23        02170          INC     HL
7050 D9        02180          EXX
7051 10F3      02190          DJNZ    FILHYL
7053 D9        02200          EXX
7054 C9        02210          RET
               02220 ;
               02230 ;
               02240 ;******** LINEUP  *********
               02250 ;
               02260 ;
               02270 ;        DISEGNA TUTTE LE RANE IN BASSO A SINISTRA DELLO SCHERMO
               02280 ;
7055 3E01      02290 LINEUP   LD      A,1             ;RANA A DESTRA
7057 327B6E    02300          LD      (FRGDIR),A
705A 11D769    02310          LD      DE,FROG2        ;SAGOMA RANA
705D 2A846E    02320          LD      HL,(FRGSTN)     ;POS. RANA
7060 3E04      02330          LD      A,4             ;(PAPER 0)*8+(INK*4)
7062 32656F    02340          LD      (ATTR),A
7065 3A826F    02350          LD      A,(NUMFRG)      ;NUMERO RANE
7068 A7        02360          AND     A               ;TEST SU NUM. RANE
7069 C8        02370          RET     Z
706A 47        02380          LD      B,A             ;CONT.TEMPO
706B C5        02390 DRAWLN   PUSH    BC
706C D5        02400          PUSH    DE
706D E5        02410          PUSH    HL
706E CD7A70    02420          CALL    DRWFRG          ;DISEGNO DELLA RANA
7071 E1        02430          POP     HL
7072 D1        02440          POP     DE
7073 2B        02450          DEC     HL
7074 2B        02460          DEC     HL
7075 2B        02470          DEC     HL
7076 C1        02480          POP     BC
7077 10F2      02490          DJNZ    DRAWLN
7079 C9        02500          RET
               02510 ;
               02520 ;
               02530 ;******** DRWFRG  ********
               02540 ;
               02550 ;        SIMILE ALLA ROUTINE DRAW
               02560 ;
707A 3E02      02570 DRWFRG   LD      A,2             ;SAGOMA SU DUE RIGHE
707C 08        02580          EX      AF,AF'
707D E5        02590          PUSH    HL              ;SALVA PUNT.POS.
707E E5        02600 FRGLP0   PUSH    HL
707F 0E02      02610          LD      C,2             ;CONT.COLONNE
7081 E5        02620 FRGLP1   PUSH    HL
7082 0608      02630          LD      B,8             ;CAR.DISEGNATO
7084 1A        02640 FRGLP2   LD      A,(DE)
7085 77        02650          LD      (HL),A
7086 13        02660          INC     DE
7087 24        02670          INC     H               ;BYTE SUCCESSIVO
7088 10FA      02680          DJNZ    FRGLP2
708A E1        02690          POP     HL              ;PUNT.CORRENTE
708B 23        02700          INC     HL              ;INCR.PUNT.
708C 0D        02710          DEC     C               ;DECR. CONT. COLONNE
```

```
70BD 20F2      02720          JR      NZ,FRGLP1
70BF E1        02730          POP     HL              ;PUNT. RIGHE
7090 08        02740          EX      AF,AF'
7091 3D        02750          DEC     A               ;DECR. LINEA DI CAR.
7092 0E20      02760          LD      C,32
7094 280E      02770          JR      Z,FRGATT        ;ATTRIBUTO RANA
7096 08        02780          EX      AF,AF'
7097 A7        02790          AND     A
7098 ED42      02800          SBC     HL,BC           ;SPOST. 32 CAR.
709A CB44      02810          BIT     0,H             ;CONTROLLO VIDEO
709C 28E0      02820          JR      Z,FRGLP0
709E 7C        02830          LD      A,H
709F D607      02840          SUB     7               ;SEL.SEZ.VIDEO
70A1 67        02850          LD      H,A
70A2 18DA      02860          JR      FRGLP0
70A4 E1        02870 FRGATT   POP     HL              ;PUNT.POS
70A5 7C        02880          LD      A,H             ;CONV.PUNT.ATTR.
70A6 E618      02890          AND     18H
70A8 CB2F      02900          SRA     A
70AA CB2F      02910          SRA     A
70AC CB2F      02920          SRA     A
70AE C658      02930          ADD     A,58H
70B0 67        02940          LD      H,A
70B1 3A656F    02950          LD      A,(ATTR)        ;ATTR. SAGOMA RANA
70B4 77        02960          LD      (HL),A
70B5 23        02970          INC     HL              ;CAR. SUCCESSIVO
70B6 77        02980          LD      (HL),A
70B7 ED42      02990          SBC     HL,BC           ;UNA LINEA IN SU
70B9 77        03000          LD      (HL),A
70BA 2B        03010          DEC     HL              ;UN CAR. A SINISTRA
70BB 77        03020          LD      (HL),A
70BC C9        03030          RET
               03040 ;
               03050 ;******** TFCTRL ********
               03060 ;
               03070 ;        ROUTINE DI CONTROLLO DEL TRAFFICO
               03080 ;
70BD 21706F    03090 TFCTRL   LD      HL,GENFLG       ;CONTROLLO INDIC. GEN.
70C0 AF        03100          XOR     A
70C1 BE        03110          CP      (HL)
70C2 2802      03120          JR      Z,GENER         ;SE 0 GENERA
70C4 35        03130          DEC     (HL)            ;DECR. INDIC. GEN.
70C5 C9        03140          RET
70C6 21256E    03150 GENER    LD      HL,OB1EXT       ;INIZIO D.B. TRAFFICO
70C9 110C00    03160          LD      DE,12           ;12 BYTE D.B.
70CC 0606      03170          LD      B,6             ;6 COPPIE D.B.
70CE BE        03180 TCTRLP   CP      (HL)            ;TEST ESISTENZA
70CF 2004      03190          JR      NZ,NSPACE
70D1 CDD970    03200          CALL    REGEN           ;ROUTINE DI GEN.
70D4 C9        03210          RET
70D5 19        03220 NSPACE   ADD     HL,DE
70D6 10F6      03230          DJNZ    TCTRLP
70D8 C9        03240          RET
               03250 ;
               03260 ;
               03270 ;******** REGEN ********
```

```
                03280 ;
                03290 ;         RIGENERAZIONE DEL TRAFFICO
                03300 ;         INPUT   HL=> D.B. COPPIE
                03310 ;
70D9 E5         03320 REGEN     PUSH    HL
70DA CDCC77     03330 RAND1     CALL    RANDNO          ;ROUTINE PER GENERARE
70DD E607       03340           AND     7               ;UN NUM. CASUALE
70DF FE06       03350           CP      6               ;TRA 0 E 5
70E1 30F7       03360           JR      NC,RAND1
70E3 012159     03370           LD      BC,5921H        ;TEST SU DUE CAR.
70E6 212059     03380           LD      HL,5920H        ;TEST JAM
70E9 CB47       03390           BIT     0,A             ;SE DISPARI A BIN
70EB 2804       03400           JR      Z,RTRAF         ;SE PARI A DES.
70ED 2EDF       03410           LD      L,0DFH
70EF 0EDE       03420           LD      C,0DEH
70F1 87         03430 RTRAF     ADD     A,A             ;PONI IN DE PUNT. AL D.B.
70F2 5F         03440           LD      E,A
70F3 0A         03450           LD      A,(BC)          ;TEST SU DUE CAR.
70F4 86         03460           ADD     A,(HL)
70F5 A7         03470           AND     A               ;PAPER 0 E INK 0
70F6 2802       03480           JR      Z,LOADDB        ;SE 0 INIZ. UN NUOVO OGG.
70F8 E1         03490           POP     HL              ;ALTRIMENTI RETURN
70F9 C9         03500           RET
70FA 57         03510 LOADDB    LD      D,A             ;A=0
70FB 21896E     03520           LD      HL,DBINDEX      ;CARICA D.B.
70FE 19         03530           ADD     HL,DE
70FF 5E         03540           LD      E,(HL)          ;GENERA IL D.B. DI LAV.
7100 23         03550           INC     HL
7101 56         03560           LD      D,(HL)
7102 EB         03570           EX      DE,HL           ;SORGENTE
7103 D1         03580           POP     DE              ;DESTINAZIONE
7104 010C00     03590           LD      BC,12
7107 EDB0       03600           LDIR
7109 3E02       03610           LD      A,2             ;SETTA INDIC. GEN.
710B 32706F     03620           LD      (GENFLG),A      ;SALTA PER DUE CICLI
710E C9         03630           RET
                03640 ;
                03650 ;
                03660 ;******** MOVTRF ********
                03670 ;
                03680 ;         ROUTINE PER IL TRAFFICO
                03690 ;
710F D9         03700 MOVTRF    EXX
7110 21256E     03710           LD      HL,OB1EXT
7113 110C00     03720           LD      DE,12
7116 0606       03730           LD      B,6
7118 E5         03740 MTRFLP    PUSH    HL
7119 D9         03750           EXX
711A E1         03760           POP     HL              ;ESISTENZA
711B 7E         03770           LD      A,(HL)          ;SALTA SE NON ESISTE
711C A7         03780           AND     A
711D CAA771     03790           JP      Z,NXTMOV
7120 23         03800           INC     HL              ;CONT.DI CICLI
7121 35         03810           DEC     (HL)
7122 C2A771     03820           JP      NZ,NXTMOV
7125 23         03830           INC     HL              ;DIREZIONE
```

```
7126 7E          03840           LD      A,(HL)          ;|0 DA S A D, 1 DA D A S
7127 23          03850           INC     HL
7128 23          03860           INC     HL
7129 226E6F      03870           LD      (POSPTR),HL     ;|PUNT.POS.
712C 5E          03880           LD      E,(HL)          ;|RIPRISTINA POS.
712D 23          03890           INC     HL
712E 56          03900           LD      D,(HL)
712F 1C          03910           INC     E
7130 A7          03920           AND     A               ;|MOV. A DESTRA
7131 2802        03930           JR      Z,LDPOS
7133 1D          03940           DEC     E               ;|MOV. A SIN.
7134 1D          03950           DEC     E               ;|MOV. A SIN
7135 ED536C6F    03960 LDPOS     LD      (NEWPOS),DE
7139 08          03970           EX      AF,AF'
713A 010500      03980           LD      BC,5            ;|RIP. LUM. OGG.
713D 09          03990           ADD     HL,BC
713E 7E          04000           LD      A,(HL)          ;|RIGA
713F 32606F      04010           LD      (ROW),A
7142 23          04020           INC     HL
7143 7E          04030           LD      A,(HL)          ;|COLONNA
7144 325F6F      04040           LD      (COLUMN),A
7147 3D          04050           DEC     A
7148 4F          04060           LD      C,A
7149 08          04070           EX      AF,AF'
714A A7          04080           AND     A               ;|CONTROLLO DIREZ.
714B EB          04090           EX      DE,HL
714C 2008        04100           JR      NZ,RTOL         ;|SIN. O DESTRA
714E 09          04110           ADD     HL,BC           ;|RICERCA INIZIO VEIC.
714F 7D          04120           LD      A,L             ;|LOB
7150 FE40        04130           CP      40H             ;|TEST SU BORDO DES.
7152 3046        04140           JR      NC,MOVEOK       ;|SALTA PROX.TEST SE OFF
7154 1805        04150           JR      TESTAH          ;|TEST SU POS. DAVANTI
7156 7D          04160 RTOL      LD      A,L             ;|LA NUOVA POS. E' ACC.
7157 FEC0        04170           CP      0C0H            ;|TEST SU BORDO SIN.
7159 383F        04180           JR      C,MOVEOK        ;|SALTA TEST SU POS. DAVANTI
715B 7C          04190 TESTAH    LD      A,H             ;|ATTRIB. COPERTO
715C E618        04200           AND     18H
715E CB2F        04210           SRA     A
7160 CB2F        04220           SRA     A
7162 CB2F        04230           SRA     A
7164 C658        04240           ADD     A,58H
7166 67          04250           LD      H,A
7167 012000      04260           LD      BC,32
716A AF          04270           XOR     A
716B 32716F      04280           LD      (JAMFLG),A      ;|INIZ. IND. OSTACOLO
716E 3A606F      04290           LD      A,(ROW)
7171 08          04300 TAHLOP    EX      AF,AF'
7172 7E          04310           LD      A,(HL)          ;|RIPRIST.ATTRIB.
7173 E607        04320           AND     7
7175 280E        04330           JR      Z,TFROG1        ;|SALTA SE INK E' NERO
7177 FE04        04340           CP      4               ;|TEST SUL COLORE VERDE,RANA
7179 2007        04350           JR      NZ,JAM1         ;|FERMA SE NON E' UNA RANA
717B 3E01        04360           LD      A,1             ;|MUOVI SE E' UNA RANA
717D 327C6F      04370           LD      (CRHFLG),A      ;|SETTA INDIC. DI CRASH
7180 1803        04380           JR      TFROG1
7182 32716F      04390 JAM1      LD      (JAMFLG),A      ;|PONI JAMFLG DIVERSO DA 0
```

```
7185 A7          04400 TFROG1  AND     A
7186 ED42        04410         SBC     HL,BC
7188 08          04420         EX      AF,AF'
7189 3D          04430         DEC     A                 ;RIGA SUP.
718A 20E5        04440         JR      NZ,TAHLOP
718C 3A716F      04450         LD      A,(JAMFLG)        ;TEST SULLO STATO DEL TRAFF.
718F A7          04460         AND     A
7190 2808        04470         JR      Z,MOVEOK          ;MUOVI SE NON C'E' OSTAC.
7192 D9          04480         EXX                       ;ALTRIMENTI FERMO PER UN CICLO
7193 23          04490         INC     HL
7194 34          04500         INC     (HL)              ;CARICA 2 NEL CONT. DI CICLI
7195 34          04510         INC     (HL)
7196 2B          04520         DEC     HL
7197 D9          04530         EXX
7198 180D        04540         JR      NXTMOV
719A 2A6E6F      04550 MOVEOK  LD      HL,(POSPTR)       ;RIPRIST. PUNT. A POS.
719D ED5B6C6F    04560         LD      DE,(NEWPOS)
71A1 73          04570         LD      (HL),E            ;MEM. NUOVA POS. IN D.B.
71A2 23          04580         INC     HL
71A3 72          04590         LD      (HL),D
71A4 CDAF71      04600         CALL    MVCTRL            ;CONTROLLO MOV.
71A7 D9          04610 NXTMOV  EXX
71A8 19          04620         ADD     HL,DE
71A9 05          04630         DEC     B
71AA C21871      04640         JP      NZ,MTRFLP
71AD D9          04650         EXX
71AE C9          04660         RET
                 04670 ;
                 04680 ;******** MVCTRL ********
                 04690 ;
                 04700 ;        ROUTINE DI CONTROLLO SUL TRAFFICO IN MOTO
                 04710 ;
71AF 2B          04720 MVCTRL  DEC     HL
71B0 2B          04730         DEC     HL                ;DE=>NUOVA POS., HL=>PUNT. DB
71B1 7B          04740         LD      A,E               ;LOB DI POS.
71B2 E61F        04750         AND     1FH               ;TEST SUL BORDO
71B4 2005        04760         JR      NZ,CHGRAF         ;CAMBIA IND. REALTA'
71B6 7E          04770         LD      A,(HL)
71B7 3C          04780         INC     A
71B8 E601        04790         AND     1
71BA 77          04800         LD      (HL),A
71BB 2B          04810 CHGRAF  DEC     HL                ;PUNT. DIR.
71BC 7E          04820         LD      A,(HL)
71BD A7          04830         AND     A
71BE 200F        04840         JR      NZ,TOLEFT         ;DA DES. A SIN.
71C0 7B          04850         LD      A,E
71C1 E61F        04860         AND     1FH
71C3 201B        04870         JR      NZ,DRWOBJ
71C5 23          04880         INC     HL
71C6 7E          04890         LD      A,(HL)
71C7 2B          04900         DEC     HL                ;PUNT. A DIR.
71C8 A7          04910         AND     A                 ;SE ASTRATTO FINISCE
71C9 2015        04920         JR      NZ,DRWOBJ
71CB D9          04930         EXX
71CC 77          04940         LD      (HL),A            ;SETTA NON ESISTE
71CD D9          04950         EXX
```

```
71CE C9        04960          RET
71CF 3A5F6F    04970 TOLEFT   LD       A,(COLUMN)
71D2 4F        04980          LD       C,A
71D3 EB        04990          EX       DE,HL              ;CONT. SE  FINE OGG.
71D4 09        05000          ADD      HL,BC              ;RAGGIUNTO BORDO SIN.
71D5 7D        05010          LD       A,L
71D6 FEC0      05020          CP       0C0H
71D8 EB        05030          EX       DE,HL
71D9 2005      05040          JR       NZ,DRWOBJ
71DB D9        05050          EXX                         ;OGG. NON ESISTENTE
71DC 3600      05060          LD       (HL),0             ;SI MUOVE FUORI DAL VIDEO
71DE D9        05070          EXX
71DF C9        05080          RET
71E0 D9        05090 DRWOBJ   EXX
71E1 7E        05100          LD       A,(HL)
71E2 23        05110          INC      HL
71E3 77        05120          LD       (HL),A             ;AGGIORNA CONT.CICLI
71E4 2B        05130          DEC      HL
71E5 D9        05140          EXX
71E6 23        05150          INC      HL
71E7 E5        05160          PUSH     HL                 ;PUNT. IND.R A
71E8 23        05170          INC      HL
71E9 23        05180          INC      HL
71EA 23        05190          INC      HL
71EB 5E        05200          LD       E,(HL)             ;RIPRISTINA PUNT. SAGOMA
71EC 23        05210          INC      HL
71ED 56        05220          LD       D,(HL)
71EE 23        05230          INC      HL
71EF 4E        05240          LD       C,(HL)             ;RIPRISTINA PUNT.ATTRIB.
71F0 23        05250          INC      HL
71F1 46        05260          LD       B,(HL)
71F2 ED436A6F  05270          LD       (ATTPTR),BC
71F6 23        05280          INC      HL
71F7 7E        05290          LD       A,(HL)
71F8 32606F    05300          LD       (ROW),A
71FB 23        05310          INC      HL
71FC 7E        05320          LD       A,(HL)
71FD 325F6F    05330          LD       (COLUMN),A
7200 E1        05340          POP      HL
7201 7E        05350          LD       A,(HL)             ;IND. R A
7202 2A6C6F    05360          LD       HL,(NEWPOS)
7205 CD0972    05370          CALL     DRAW
7208 C9        05380          RET
               05390 ;
               05400 ;
               05410 ;
               05420 ;******** DRAW ********
               05430 ;
               05440 ;        INPUT HL=>INIZIO POS.DISPLAY
               05450 ;              DE=>PUNT. AL D.R. SAGOME
               05460 ;              A =>INDIC. REALE/ASTRATTO
               05470 ;              C =>N. COLONNE DA VIS.
               05480 ;              COL. DATO COME VAR
               05490 ;
               05500 ;        VAR     COLUMN, ROW, ATTR, DRWPOS
               05510 ;                SKIP, FILL
```

```
                05520 ;
                05530 ;
                05540 ;         REG     : A,BC,DE,HL,A'
                05550 ;
7209 CD9672     05560 DRAW      CALL    RSHAPE          ;RENDE PUNT. RIGA/COL.
720C 3A606F     05570           LD      A,(ROW)
720F 08         05580           EX      AF,AF'
7210 D5         05590 LP0       PUSH    DE
7211 E5         05600           PUSH    HL              ;MEM. PUNT.LINEA
7212 3A616F     05610           LD      A,(SKIP)
7215 4F         05620           LD      C,A
7216 0600       05630           LD      B,0
7218 09         05640           ADD     HL,BC           ;SPOSTA PUNT.POS.
7219 87         05650           ADD     A,A             ;PER MULT.DI 8 BYTES
721A 87         05660           ADD     A,A
721B 87         05670           ADD     A,A
721C 4F         05680           LD      C,A             ;SPOSTA PUNT. SAGOMA
721D EB         05690           EX      DE,HL
721E 09         05700           ADD     HL,BC
721F EB         05710           EX      DE,HL
7220 CB44       05720           BIT     0,H             ;CONTROLLO SU VIDEO
7222 2804       05730           JR      Z,NOSKIP
7224 3E07       05740           LD      A,7             ;SE POSSIBILE MUOVI IN SU
7226 84         05750           ADD     A,H
7227 67         05760           LD      H,A
7228 3A626F     05770 NOSKIP    LD      A,(FILL)
722B A7         05780           AND     A
722C 2811       05790           JR      Z,NXT
722E 4F         05800           LD      C,A             ;COLONNA DA RIEMPIRE
722F E5         05810 LP1       PUSH    HL              ;CARATTERE PIENO
7230 0608       05820           LD      B,8
7232 1A         05830 LP2       LD      A,(DE)          ;COMPLET.BYTES DEL CAR.
7233 77         05840           LD      (HL),A
7234 13         05850           INC     DE
7235 24         05860           INC     H
7236 10FA       05870           DJNZ    LP2
7238 E1         05880           POP     HL
7239 0D         05890           DEC     C
723A 2803       05900           JR      Z,NXT
723C 23         05910           INC     HL              ;CARATTERE SUCC.
723D 18F0       05920           JR      LP1
723F 08         05930 NXT       EX      AF,AF'
7240 E1         05940           POP     HL              ;RIPRIST. PUNT. LINEA
7241 D1         05950           POP     DE              ;PUNT D.B. SAGOME
7242 3D         05960           DEC     A               ;CONT.RIGHE
7243 281A       05970           JR      Z,LDATTR
7245 08         05980           EX      AF,AF'
7246 A7         05990           AND     A               ;AZZERA IL CARRY
7247 0E20       06000           LD      C,20H
7249 ED42       06010           SBC     HL,BC           ;UNA LINEA IN SU
724B CB44       06020           BIT     0,H             ;CONTROLLO SUL VIDEO
724D 2804       06030           JR      Z,MODDB
724F 7C         06040           LD      A,H
7250 D607       06050           SUB     7
7252 67         06060           LD      H,A
7253 3A5F6F     06070 MODDB     LD      A,(COLUMN)
```

```
7256 87       06080          ADD     A,A
7257 87       06090          ADD     A,A
7258 87       06100          ADD     A,A                ;EL.INIZ. D.B. SAGOME
7259 4F       06110          LD      C,A
725A EB       06120          EX      DE,HL
725B 09       06130          ADD     HL,BC
725C EB       06140          EX      DE,HL
725D 18B1     06150          JR      LP0
725F 2A636F   06160 LDATTR   LD      HL,(ATTPOS)
7262 ED5B6A6F 06170          LD      DE,(ATTPTR)
7266 3A606F   06180          LD      A,(ROW)
7269 08       06190 ATROW    EX      AF,AF'
726A D5       06200          PUSH    DE
726B E5       06210          PUSH    HL
726C 3A616F   06220          LD      A,(SKIP)
726F 4F       06230          LD      C,A
7270 0600     06240          LD      B,0
7272 09       06250          ADD     HL,BC              ;SPOSTATI NEL FILE ATTRIB.
7273 EB       06260          EX      DE,HL
7274 09       06270          ADD     HL,BC              ;SPOSTATI NEL D.B. DEGLI ATTR.
7275 EB       06280          EX      DE,HL
7276 3A626F   06290          LD      A,(FILL)
7279 A7       06300          AND     A
727A 2807     06310          JR      Z,SKIPAT           ;SALTA ATTRIB
727C 47       06320          LD      B,A                ;ASSEGNA ATTR.
727D 1A       06330 ATTR2    LD      A,(DE)
727E 77       06340          LD      (HL),A
727F 23       06350          INC     HL
7280 13       06360          INC     DE
7281 10FA     06370          DJNZ    ATTR2
7283 E1       06380 SKIPAT   POP     HL
7284 D1       06390          POP     DE
7285 3A5F6F   06400          LD      A,(COLUMN)
7288 A7       06410          AND     A                  ;AZZERA IL CARRY
7289 0E20     06420          LD      C,20H
728B ED42     06430          SBC     HL,BC              ;PROSS. ATTR. LINEA SOPRA
728D 4F       06440          LD      C,A
728E EB       06450          EX      DE,HL
728F 09       06460          ADD     HL,BC              ;PTPOS. D.B. ATTR.
7290 EB       06470          EX      DE,HL
7291 08       06480          EX      AF,AF'
7292 3D       06490          DEC     A
7293 20D4     06500          JR      NZ,ATROW
7295 C9       06510          RET
              06520 ;
              06530 ;
              06540 ;********  RSHAPE  ********
              06550 ;
              06560 ;          INPUT HL=>POSIZIONE
              06570 ;                A =>IND.  REALE/ASTRATTO
              06580 ;                DE=>PUNT. SAGOMA
              06590 ;                COLONNA
              06600 ;
              06610 ;          OUTPUT SKIP,FILL,ATTPOS
              06620 ;
7296 E5       06630 RSHAPE   PUSH    HL
```

```
7297 08      06640          EX      AF,AF'          ;SAGOMA REALE
7298 261F    06650          LD      H,1FH
729A 7C      06660          LD      A,H
729B A5      06670          AND     L               ;MASCHERA PER I PRIMI 5 BIT
729C 6F      06680          LD      L,A
729D 7C      06690          LD      A,H
729E 95      06700          SUB     L               ;SOTTRAI DA 1FH
729F 3C      06710          INC     A
72A0 A4      06720          AND     H               ;ADEGUA PER DIFF. ZERO
72A1 6F      06730          LD      L,A
72A2 08      06740          EX      AF,AF'
72A3 A7      06750          AND     A               ;0=>ASTRATTO, 1=>REALE
72A4 3A5F6F  06760          LD      A,(COLUMN)
72A7 200A    06770          JR      NZ,REAL
72A9 95      06780          SUB     L
72AA 32626F  06790          LD      (FILL),A
72AD 7D      06800          LD      A,L             ;RIP. DIFF. ASS.
72AE 32616F  06810          LD      (SKIP),A
72B1 1811    06820          JR      CALATT
72B3 BD      06830 REAL     CP      L               ;CERCA MIN TRA PIEN/COL
72B4 3807    06840          JR      C,TOOBIG        ;PIEN>COL
72B6 7D      06850          LD      A,L
72B7 A7      06860          AND     A
72B8 2003    06870          JR      NZ,TOOBIG
72BA 3A5F6F  06880          LD      A,(COLUMN)
72BD 32626F  06890 TOOBIG   LD      (FILL),A
72C0 AF      06900          XOR     A
72C1 32616F  06910          LD      (SKIP),A
72C4 E1      06920 CALATT   POP     HL              ;CALCOLO PUNT. ATTR.
72C5 E5      06930          PUSH    HL
72C6 7C      06940          LD      A,H
72C7 E618    06950          AND     18H
72C9 CB2F    06960          SRA     A
72CB CB2F    06970          SRA     A
72CD CB2F    06980          SRA     A
72CF C658    06990          ADD     A,58H
72D1 67      07000          LD      H,A
72D2 22636F  07010          LD      (ATTPOS),HL
72D5 E1      07020          POP     HL
72D6 C9      07030          RET
             07040 ;
             07050 ;
72D7 210040  07060 CLRSCR   LD      HL,4000H        ;HL=>INIZIO VIDEO
72DA 110140  07070          LD      DE,4001H
72DD 01FF17  07080          LD      BC,6143         ;DIM.VIDEO 17FFH
72E0 AF      07090          XOR     A               ;VIDEO BIANCO
72E1 77      07100          LD      (HL),A
72E2 EDB0    07110          LDIR
72E4 210058  07120          LD      HL,5800H        ;SEL.PRIMA LINEA PER
72E7 110158  07130          LD      DE,5801H        ;MEM. FILE ATTRIB.
72EA 011F00  07140          LD      BC,31
72ED 3607    07150          LD      (HL),7          ;INK SETTE
72EF EDB0    07160          LDIR
72F1 212058  07170          LD      HL,5820H        ;SEL. ATTRIB. A PARTIRE
72F4 112158  07180          LD      DE,5821H        ;DALLA SECONDA  LINEA
72F7 01DF02  07190          LD      BC,735
```

```
72FA 77       07200          LD      (HL),A          ;(PAPER 0)*8+(INK 0)
72FB EDB0     07210          LDIR
72FD 21A058   07220          LD      HL,58A0H        ;SETTA I BORDI
7300 116059   07230          LD      DE,5960H        ;ALTO,MEDIO,BASSO
7303 01205A   07240          LD      BC,5A20H
7306 3E38     07250          LD      A,56            ;(PAPER 7)*8+(INK 0)
7308 D9       07260          EXX
7309 0620     07270          LD      B,32            ;RICOPRI UNA RIGA
730B D9       07280 HWYATT   EXX
730C 77       07290          LD      (HL),A
730D 12       07300          LD      (DE),A
730E 02       07310          LD      (BC),A
730F 23       07320          INC     HL
7310 13       07330          INC     DE
7311 03       07340          INC     BC
7312 D9       07350          EXX
7313 10F6     07360          DJNZ    HWYATT
7315 D9       07370          EXX
7316 C9       07380          RET
              07390 ;
              07400 ;
7317 E5       07410 SHAPE    PUSH    HL              ;SALVA HL
7318 3A7B6E   07420          LD      A,(FRGDIR)
731B 87       07430          ADD     A,A
731C 21AF69   07440          LD      HL,FRGSHP
731F 1600     07450          LD      D,0
7321 5F       07460          LD      E,A
7322 19       07470          ADD     HL,DE           ;PUNT.ALLA POS. SAGOMA
7323 5E       07480          LD      E,(HL)          ;DE RESTITUISCE PUNT. A SAGOMA
7324 23       07490          INC     HL
7325 56       07500          LD      D,(HL)
7326 E1       07510          POP     HL
7327 C9       07520          RET
              07530 ;
              07540 ;
              07550 ;******** DISASC  ********
              07560 ;
              07570 ;        VIS.IL VALORE ASCII DAL CHARACTER SET
              07580 ;        NB---CONSERVA DE.IL PUNTATORE HL
              07590 ;        CONSERVA LO STESSO VALORE DOPO
              07600 ;        LA VISUALIZZAZIONE SE SI E'
              07610 ;        USATA BENE LA COPPIA DI REG. BC
              07620 ;
7328 C5       07630 DISASC   PUSH    BC
7329 D5       07640          PUSH    DE
732A E5       07650          PUSH    HL
732B 1A       07660          LD      A,(DE)          ;CARICA IL CARATT. ASCII
732C 6F       07670          LD      L,A
732D 2600     07680          LD      H,0
732F 29       07690          ADD     HL,HL           ;MULTIPLI DI 8 BYTES
7330 29       07700          ADD     HL,HL
7331 29       07710          ADD     HL,HL
7332 EB       07720          EX      DE,HL
7333 21003C   07730          LD      HL,CHRSET       ;INIZIO CHARACTER SET
7336 19       07740          ADD     HL,DE
7337 EB       07750          EX      DE,HL
```

```
7338 E1        07760          POP     HL
7339 0608      07770 DRWCHR   LD      B,8             ;CAR. DISEGNO
733B E5        07780          PUSH    HL
733C 1A        07790 CHARLP   LD      A,(DE)
733D 77        07800          LD      (HL),A
733E 13        07810          INC     DE
733F 24        07820          INC     H
7340 10FA      07830          DJNZ    CHARLP
7342 E1        07840          POP     HL
7343 D1        07850          POP     DE
7344 23        07860          INC     HL              ;PUNT.POS.
7345 13        07870          INC     DE              ;PUNT MESSAGGIO
7346 C1        07880          POP     BC
7347 10DF      07890          DJNZ    DISASC
7349 C9        07900          RET
               07910 ;
               07920 ;
734A D9        07930 POLICE   EXX
734B 216D6E    07940          LD      HL,PCAREXT
734E 7E        07950          LD      A,(HL)          ;TEST ESISTENZA POLIZIA
734F E5        07960          PUSH    HL
7350 D9        07970          EXX
7351 A7        07980          AND     A
7352 2023      07990          JR      NZ,MOVPC        ;MOV. AUTO POLIZIA
7354 D1        08000          POP     DE              ;PUNT. D.B. ESIST.
7355 CDCC77    08010          CALL    RANDNO          ;MUOVI SE MULT. DI
7358 E61F      08020          AND     1FH             ;31
735A FE1F      08030          CP      1FH
735C C0        08040          RET     NZ
735D 3E01      08050          LD      A,1             ;SETTA INDIC. DI INS.
735F 32726F    08060          LD      (CHASE),A
7362 21F56E    08070          LD      HL,RPCDB        ;DESTRA
7365 CDCC77    08080          CALL    RANDNO
7368 E601      08090          AND     1
736A 2803      08100          JR      Z,RHTPC
736C 21DD6E    08110          LD      HL,LPCDB
736F 010C00    08120 RHTPC    LD      BC,12
7372 EDB0      08130          LDIR
7374 D9        08140          EXX
7375 E5        08150          PUSH    HL
7376 D9        08160          EXX
7377 E1        08170 MOVPC    POP     HL              ;PUNT. ESIST.
7378 23        08180          INC     HL
7379 23        08190          INC     HL              ;DIREZIONE
737A 7E        08200          LD      A,(HL)
737B 47        08210          LD      B,A             ;MEM.DIR.
737C 23        08220          INC     HL
737D 23        08230          INC     HL              ;PUNT.POS.
737E 226E6F    08240          LD      (POSPTR),HL
7381 5E        08250          LD      E,(HL)
7382 23        08260          INC     HL
7383 56        08270          LD      D,(HL)
7384 1C        08280          INC     E               ;MOV. VERSO DESTRA
7385 A7        08290          AND     A
7386 2802      08300          JR      Z,PCMRHT        ;AUTO MUOVE A DESTRA
7388 1D        08310          DEC     E
```

```
7389 1D        08320          DEC     E
738A ED536C6F  08330 PCMRHT   LD      (NEWPOS),DE
738E 3E02      08340          LD      A,2             ;DUE RIGHE
7390 32606F    08350          LD      (ROW),A
7393 3E06      08360          LD      A,6
7395 325F6F    08370          LD      (COLUMN),A
7398 C5        08380          PUSH    BC              ;DIREZIONE
7399 3A706E    08390          LD      A,(PCARRAP)     ;IND. REALE/ASTR.
739C EB        08400          EX      DE,HL
739D CD9672    08410          CALL    RSHAPE          ;RIPRIST. SAGOMA
73A0 2A636F    08420          LD      HL,(ATTPOS)
73A3 F1        08430          POP     AF
73A4 A7        08440          AND     A               ;SE 1 ALLORA OK
73A5 2004      08450          JR      NZ,PCTAH        ;CONTROLLO INIZIO AUTO POL.
73A7 010500    08460          LD      BC,5
73AA 09        08470          ADD     HL,BC
73AB 7E        08480 PCTAH    LD      A,(HL)
73AC E607      08490          AND     7
73AE 012000    08500          LD      BC,32
73B1 A7        08510          AND     A
73B2 ED42      08520          SBC     HL,BC
73B4 FE04      08530          CP      4
73B6 2807      08540          JR      Z,ISFRG2
73B8 7E        08550          LD      A,(HL)
73B9 E607      08560          AND     7
73BB FE04      08570          CP      4
73BD 2009      08580          JR      NZ,NFROG2
73BF 3E01      08590 ISFRG2   LD      A,1
73C1 327C6F    08600          LD      (CRHFLG),A      ;SETTA IND. CRASH
73C4 3D        08610          DEC     A               ;COLORE BIANCO
73C5 77        08620          LD      (HL),A          ;BIANCO DAVANTI A A.P.
73C6 09        08630          ADD     HL,BC
73C7 77        08640          LD      (HL),A          ;SSSAREBBE DAVANTI BIANCOSS
73C8 CDDF73    08650 NFROG2   CALL    STRPC           ;MEM.NUOVA POS. COP.
73CB 2A6E6F    08660          LD      HL,(POSPTR)
73CE ED5B6C6F  08670          LD      DE,(NEWPOS)
73D2 73        08680          LD      (HL),E
73D3 23        08690          INC     HL
73D4 72        08700          LD      (HL),D
73D5 CDAF71    08710          CALL    MVCTRL
73D8 D9        08720          EXX                     ;SE NON ESISTE
73D9 7E        08730          LD      A,(HL)
73DA 32726F    08740          LD      (CHASE),A
73DD D9        08750          EXX
73DE C9        08760          RET
               08770 ;
               08780 ;
               08790 ;******** STRPC ********
               08800 ;
               08810 ;        CONSERVAZ. DI CIO' CHE COPRE AUTO POLIZIA
               08820 ;
73DF 2A6C6F    08830 STRPC    LD      HL,(NEWPOS)     ;PUNT.POS.
73E2 11AD6D    08840          LD      DE,PCSTR        ;MEM. LOC.
73E5 EB        08850          EX      DE,HL
73E6 73        08860          LD      (HL),E          ;MEM. POS.
73E7 23        08870          INC     HL
```

```
73E8 72       08880          LD      (HL),D
73E9 23       08890          INC     HL
73EA EB       08900          EX      DE,HL
73EB 21606F   08910          LD      HL,ROW          ;CARICA 5 BYTES DI INF.
73EE 7E       08920          LD      A,(HL)
73EF 010500   08930          LD      BC,5
73F2 EDB0     08940          LDIR
73F4 08       08950          EX      AF,AF'
73F5 2A6C6F   08960          LD      HL,(NEWPOS)
73F8 E5       08970 SPCLP1   PUSH    HL
73F9 3A616F   08980          LD      A,(SKIP)
73FC 4F       08990          LD      C,A
73FD 09       09000          ADD     HL,BC
73FE CB44     09010          BIT     0,H
7400 2804     09020          JR      Z,NSSPS
7402 7C       09030          LD      A,H
7403 C607     09040          ADD     A,7
7405 67       09050          LD      H,A
7406 3A626F   09060 NSSPS    LD      A,(FILL)
7409 A7       09070          AND     A
740A 280F     09080          JR      Z,NXTSPC
740C 4F       09090          LD      C,A
740D E5       09100 SPCLP2   PUSH    HL              ;RIPRIS. CAR.
740E 0608     09110          LD      B,8
7410 7E       09120 SPCLP3   LD      A,(HL)          ;MEM. INIZIO SCHERMO
7411 12       09130          LD      (DE),A
7412 13       09140          INC     DE
7413 24       09150          INC     H
7414 10FA     09160          DJNZ    SPCLP3
7416 E1       09170          POP     HL
7417 23       09180          INC     HL              ;CAR. SUCC.
7418 0D       09190          DEC     C
7419 20F2     09200          JR      NZ,SPCLP2
741B E1       09210 NXTSPC   POP     HL
741C 08       09220          EX      AF,AF'          ;RIP. CONT. RIGHE
741D 3D       09230          DEC     A
741E 280F     09240          JR      Z,SPCATR        ;RIPR. ATTR. POLIZIA
7420 08       09250          EX      AF,AF'
7421 0E20     09260          LD      C,32
7423 ED42     09270          SBC     HL,BC           ;SALI DI UNA LINEA
7425 CB44     09280          BIT     0,H
7427 28CF     09290          JR      Z,SPCLP1        ;FINE VIDEO?
7429 7C       09300          LD      A,H
742A D607     09310          SUB     7
742C 67       09320          LD      H,A
742D 18C9     09330          JR      SPCLP1
742F 2A636F   09340 SPCATR   LD      HL,(ATTPOS)     ;INIZIO ATTR. POS.
7432 3A606F   09350          LD      A,(ROW)
7435 08       09360          EX      AF,AF'
7436 E5       09370 SPCAT1   PUSH    HL
7437 3A616F   09380          LD      A,(SKIP)
743A 4F       09390          LD      C,A
743B 09       09400          ADD     HL,BC
743C 3A626F   09410          LD      A,(FILL)
743F A7       09420          AND     A
7440 2803     09430          JR      Z,NXTSPA
```

```
7442 4F       09440          LD      C,A
7443 EDB0     09450          LDIR
7445 E1       09460 NXTSPA   POP     HL
7446 08       09470          EX      AF,AF'
7447 3D       09480          DEC     A
7448 C8       09490          RET     Z
7449 08       09500          EX      AF,AF'
744A 0E20     09510          LD      C,32
744C ED42     09520          SBC     HL,BC
744E 18E6     09530          JR      SPCAT1
              09540 ;
              09550 ;
7450 3A6D6E   09560 RESPC    LD      A,(PCAREXT)     ;TEST ESISTENZA POL.
7453 A7       09570          AND     A
7454 C8       09580          RET     Z
7455 11606F   09590          LD      DE,ROW
7458 21AF6D   09600          LD      HL,PCSTR+2
745B 010500   09610          LD      BC,5
745E EDB0     09620          LDIR                    ;RIP. 5 BYTES INF.
7460 EB       09630          EX      DE,HL           ;DE CONTIENE PUNT.
7461 2AAD6D   09640          LD      HL,(PCSTR)      ;CARICA POS.
7464 3A606F   09650          LD      A,(ROW)
7467 08       09660          EX      AF,AF'
7468 E5       09670 RPCLP1   PUSH    HL              ;SALVA POS
7469 3A616F   09680          LD      A,(SKIP)
746C 4F       09690          LD      C,A
746D 09       09700          ADD     HL,BC
746E CB44     09710          BIT     0,H
7470 2804     09720          JR      Z,NSRPS
7472 3E07     09730          LD      A,7
7474 84       09740          ADD     A,H
7475 67       09750          LD      H,A
7476 3A626F   09760 NSRPS    LD      A,(FILL)
7479 A7       09770          AND     A
747A 280F     09780          JR      Z,NXTRPC
747C 4F       09790          LD      C,A
747D E5       09800 RPCLP2   PUSH    HL
747E 0608     09810          LD      B,8
7480 1A       09820 RPCLP3   LD      A,(DE)          ;RIP. CARATT.
7481 77       09830          LD      (HL),A
7482 13       09840          INC     DE
7483 24       09850          INC     H
7484 10FA     09860          DJNZ    RPCLP3
7486 E1       09870          POP     HL
7487 23       09880          INC     HL
7488 0D       09890          DEC     C
7489 20F2     09900          JR      NZ,RPCLP2
748B E1       09910 NXTRPC   POP     HL
748C 08       09920          EX      AF,AF'
748D 3D       09930          DEC     A               ;AGG. CONT.RIGHE
748E 280F     09940          JR      Z,RPCATR        ;RIP. AUTO POL.
7490 08       09950          EX      AF,AF'
7491 0E20     09960          LD      C,32
7493 ED42     09970          SBC     HL,BC           ;SALI DI UNA RIGA
7495 CB44     09980          BIT     0,H
7497 28CF     09990          JR      Z,RPCLP1
```

```
7499 7C       10000          LD      A,H
749A D607     10010          SUB     7               ;VAL. LIMITE
749C 67       10020          LD      H,A
749D 18C9     10030          JR      RPCLP1
749F 2A636F   10040 RPCATR   LD      HL,(ATTPOS)     ;CAR. ATTR. INIZ. POS.
74A2 3A606F   10050          LD      A,(ROW)
74A5 08       10060          EX      AF,AF'
74A6 E5       10070 RPCAT1   PUSH    HL
74A7 3A616F   10080          LD      A,(SKIP)
74AA 4F       10090          LD      C,A
74AB 09       10100          ADD     HL,BC
74AC 3A626F   10110          LD      A,(FILL)
74AF A7       10120          AND     A
74B0 2805     10130          JR      Z,NXTRPA
74B2 EB       10140          EX      DE,HL
74B3 4F       10150          LD      C,A
74B4 EDB0     10160          LDIR
74B6 EB       10170          EX      DE,HL
74B7 E1       10180 NXTRPA   POP     HL
74B8 08       10190          EX      AF,AF'
74B9 3D       10200          DEC     A
74BA C8       10210          RET     Z
74BB 08       10220          EX      AF,AF'
74BC 0E20     10230          LD      C,32
74BE ED42     10240          SBC     HL,BC
74C0 18E4     10250          JR      RPCAT1
              10260 ;
              10270 ;
74C2 3A7C6F   10280 FRGG     LD      A,(CRHFLG)      ;IND.CRASH
74C5 A7       10290          AND     A
74C6 2017     10300          JR      NZ,FRGCRH       ,INCIDENTE
74C8 325E6F   10310          LD      (UPDWN),A       ,PONI A 0 IND.PUNT.
74CB CDE374   10320          CALL    REGFRG          ;RIGEN RANA
74CE 217A6E   10330          LD      HL,FRGCYC       ;TEST MOV
74D1 35       10340          DEC     (HL)
74D2 C0       10350          RET     NZ
74D3 2B       10360          DEC     HL
74D4 7E       10370          LD      A,(HL)          ;AZZERA CONT. CICLI
74D5 23       10380          INC     HL
74D6 77       10390          LD      (HL),A
74D7 CD1075   10400          CALL    MOVFRG
74DA 3A7C6F   10410          LD      A,(CRHFLG)
74DD A7       10420          AND     A
74DE C8       10430          RET     Z
74DF CD9176   10440 FRGCRH   CALL    CRASH
74E2 C9       10450          RET
              10460 ;
              10470 ;******** REGFRG ********
              10480 ;
              10490 ;        RIGENERA RANA SE VE NE SONO
              10500 ;        ALTRIMENTI PONI A 0 QAMFL
              10510 ;
74E3 3A796E   10520 REGFRG   LD      A,(FRGEXT)
74E6 A7       10530          AND     A
74E7 C0       10540          RET     NZ              ;RETURN SE ESISTE
74E8 21816E   10550          LD      HL,FRGDB
```

```
74EB 11796E   10560          LD      DE,FRGEXT
74EE 010800   10570          LD      BC,8
74F1 EDB0     10580          LDIR
74F3 21846E   10590          LD      HL,FRGSTN       ;CARICA POS. RANA
74F6 35       10600          DEC     (HL)            ;SPOSTATI DI 3 CAR. A SIN.
74F7 35       10610          DEC     (HL)
74F8 35       10620          DEC     (HL)
74F9 2A7C6E   10630          LD      HL,(FRGPOS)
74FC 22786F   10640          LD      (OLDFRG),HL
74FF 227A6F   10650          LD      (NEWFRG),HL
7502 21B96D   10660          LD      HL,FRGSTR       ;IN.MEM.PER RIP.
7505 11BA6D   10670          LD      DE,FRGSTR+1     ;BIANCO POS. RANA
7508 012300   10680          LD      BC,35
750B 3600     10690          LD      (HL),0
750D EDB0     10700          LDIR
750F C9       10710          RET
              10720 ;
              10730 ;******** MOVFRG  ********
              10740 ;
              10750 ;        MOVIMENTI RANA,SALVAT. E RIPRIS. FIGURE
              10760 ;
7510 AF       10770 MOVFRG   XOR     A
7511 2120E0   10780          LD      HL,0E020H       ;H=-32,L=32
7514 4F       10790          LD      C,A             ;C=>MOV.ASS.
7515 08       10800          EX      AF,AF'
7516 3EDF     10810          LD      A,0DFH          ;TEST A DESTRA
7518 DBFE     10820          IN      A,(0FEH)
751A E601     10830          AND     1
751C 2006     10840          JR      NZ,LEFT
751E 0C       10850          INC     C
751F 11D769   10860          LD      DE,FROG2
7522 0601     10870          LD      B,1
7524 3EDF     10880 LEFT     LD      A,0DFH          ;TEST IN BASSO
7526 DBFE     10890          IN      A,(0FEH)
7528 E604     10900          AND     4
752A 2006     10910          JR      NZ,DOWN
752C 0D       10920          DEC     C
752D 11176A   10930          LD      DE,FROG4
7530 0603     10940          LD      B,3
7532 3EFD     10950 DOWN     LD      A,0FDH          ;ADD 32
7534 DBFE     10960          IN      A,(0FEH)
7536 E601     10970          AND     1
7538 200B     10980          JR      NZ,UP
753A 79       10990          LD      A,C
753B 85       11000          ADD     A,L             ;ADD 32
753C 4F       11010          LD      C,A
753D 08       11020          EX      AF,AF'
753E 3D       11030          DEC     A
753F 08       11040          EX      AF,AF'          ;DECR.IND.ALTO/BASSO
7540 11F769   11050          LD      DE,FROG3
7543 0602     11060          LD      B,2
7545 3EF7     11070 UP       LD      A,0F7H          ;TEST IN ALTO
7547 DBFE     11080          IN      A,(0FEH)
7549 E601     11090          AND     1
754B 200B     11100          JR      NZ,VALID
754D 79       11110          LD      A,C
```

```
754E 84          11120          ADD     A,H             ;ADD -32
754F 4F          11130          LD      C,A
7550 08          11140          EX      AF,AF'
7551 3C          11150          INC     A
7552 08          11160          EX      AF,AF'
7553 11B769      11170          LD      DE,FROG1
7556 0600        11180          LD      B,0
7558 78          11190 VALID    LD      A,B             ;MEM.DIR.TEMP.
7559 327D6F      11200          LD      (TEMDIR),A
755C ED53806F    11210          LD      (TEMSHP),DE     ;MEM.SAGOMA TEMP.
7560 AF          11220          XOR     A
7561 B9          11230          CP      C
7562 C8          11240          RET     Z               ;SE FERMO TORNA
7563 2A786F      11250          LD      HL,(OLDFRG)
7566 CB79        11260          BIT     7,C             ;TEST -VE
7568 47          11270          LD      B,A
7569 1E07        11280          LD      E,7             ;PER LIMITE VIDEO
756B 2803        11290          JR      Z,NETDWN        ;ADEGUA MOV.
756D 05          11300          DEC     B
756E 1EF9        11310          LD      E,-7
7570 09          11320 NETDWN   ADD     HL,BC
7571 CB44        11330          BIT     0,H
7573 2803        11340          JR      Z,VALID1        ;LIMITE NON RAGG.
7575 7C          11350          LD      A,H
7576 83          11360          ADD     A,E
7577 67          11370          LD      H,A             ;AGG. MOB
7578 227E6F      11380 VALID1   LD      (TEMPOS),HL
757B EB          11390          EX      DE,HL
757C 3E40        11400          LD      A,40H           ;TEST SU VIDEO SUP.
757E BA          11410          CP      D
757F 7B          11420          LD      A,E
7580 2004        11430          JR      NZ,VALID2
7582 FE20        11440          CP      20H
7584 382F        11450          JR      C,NVALID
7586 E61F        11460 VALID2   AND     1FH             ;TEST SU LIM.DESTRO
7588 FE1F        11470          CP      1FH
758A 2829        11480          JR      Z,NVALID
758C 21BE50      11490          LD      HL,50BEH        ;TEST SU LIM.INF.
758F A7          11500          AND     A
7590 ED52        11510          SBC     HL,DE
7592 3821        11520          JR      C,NVALID
7594 217E50      11530          LD      HL,507EH        ;TEST SU POS.RANA
7597 ED52        11540          SBC     HL,DE
7599 3011        11550          JR      NC,YVALID
759B 7B          11560          LD      A,E             ;TEST SU CASA
759C E61F        11570          AND     1FH
759E 67          11580          LD      H,A
759F 3A846E      11590          LD      A,(FRGSTN)      ;TEST ULTIMA RANA
75A2 FEA0        11600          CP      0A0H            ;NON POSIZ.
75A4 3806        11610          JR      C,YVALID        ;SE NON VE NE SONOULTIMA RANA
75A6 3C          11620          INC     A               ;NON POSIZ. SE
75A7 E61F        11630          AND     1FH             ;NON VE NE SONO
75A9 94          11640          SUB     H
75AA 3009        11650          JR      NC,NVALID
75AC ED537A6F    11660 YVALID   LD      (NEWFRG),DE     ;MEM. NUOVA POS.
75B0 08          11670          EX      AF,AF'
```

```
75B1 325E6F   11680          LD      (UPDWN),A
75B4 08       11690          EX      AF,AF'
75B5 2A786F   11700 NVALID   LD      HL,(OLDFRG)     ;OLDFRG=NEWFRG?
75B8 A7       11710          AND     A
75B9 ED52     11720          SBC     HL,DE
75BB 7D       11730          LD      A,L
75BC B4       11740          OR      H
75BD C8       11750          RET     Z               ;RETURN SE UGUALE
75BE CDD675   11760          CALL    RESFRG          ;RIP.RAMA
75C1 2A7A6F   11770          LD      HL,(NEWFRG)     ;AGG.VECCHIA POS.
75C4 22786F   11780          LD      (OLDFRG),HL
75C7 217D6F   11790          LD      HL,TEMDIR
75CA 117B6E   11800          LD      DE,FRGDIR
75CD 010500   11810          LD      BC,5
75D0 EDB0     11820          LDIR
75D2 CD2876   11830          CALL    STRFRG
75D5 C9       11840          RET
              11850 ;
              11860 ;
75D6 11896D   11870 RESFRG   LD      DE,FRGSTR       ;PUNT.MEM.
75D9 2A786F   11880          LD      HL,(OLDFRG)     ;DA OLDPOS
75DC E5       11890          PUSH    HL
75DD 3E02     11900          LD      A,2             ;CONT.RIGHE
75DF 08       11910          EX      AF,AF'
75E0 E5       11920 RFRLP1   PUSH    HL
75E1 0E02     11930          LD      C,2             ;CONT. COL.
75E3 E5       11940 RFRLP2   PUSH    HL
75E4 0608     11950          LD      B,8
75E6 1A       11960 RFRLP3   LD      A,(DE)          ;RIP. DA D.B.
75E7 77       11970          LD      (HL),A          ;NELLO SCHERMO
75E8 13       11980          INC     DE
75E9 24       11990          INC     H               ;BYTE SUCC. DEL CAR.
75EA 10FA     12000          DJNZ    RFRLP3
75EC E1       12010          POP     HL
75ED 23       12020          INC     HL
75EE 0D       12030          DEC     C               ;CONT.COL.
75EF 20F2     12040          JR      NZ,RFRLP2
75F1 E1       12050          POP     HL
75F2 08       12060          EX      AF,AF'
75F3 3D       12070          DEC     A               ;CONT. RIGHE
75F4 2810     12080          JR      Z,RFRATR
75F6 08       12090          EX      AF,AF'
75F7 A7       12100          AND     A
75F8 0E20     12110          LD      C,32            ;SALI DI UNA LINEA
75FA ED42     12120          SBC     HL,BC
75FC CB44     12130          BIT     0,H
75FE 28E0     12140          JR      Z,RFRLP1
7600 7C       12150          LD      A,H
7601 D607     12160          SUB     7
7603 67       12170          LD      H,A
7604 18DA     12180          JR      RFRLP1
7606 E1       12190 RFRATR   POP     HL
7607 7C       12200          LD      A,H
7608 E618     12210          AND     18H
760A CB2F     12220          SRA     A
760C CB2F     12230          SRA     A
```

```
760E CB2F     12240           SRA     A
7610 C658     12250           ADD     A,58H
7612 67       12260           LD      H,A
7613 3E02     12270           LD      A,2             ;CONT.RIGA
7615 08       12280           EX      AF,AF'
7616 E5       12290 RFRAT1    PUSH    HL
7617 EB       12300           EX      DE,HL
7618 0E02     12310           LD      C,2             ;RIP.ATTR.
761A EDB0     12320           LDIR
761C EB       12330           EX      DE,HL
761D E1       12340           POP     HL
761E 08       12350           EX      AF,AF'
761F 3D       12360           DEC     A               ;AGG.CONT.RIGHE
7620 C8       12370           RET     Z
7621 08       12380           EX      AF,AF'
7622 0E20     12390           LD      C,32
7624 ED42     12400           SBC     HL,BC
7626 18EE     12410           JR      RFRAT1
              12420 ;
              12430 ;
7628 11896D   12440 STRFRG    LD      DE,FRGSTR
762B 2A7A6F   12450           LD      HL,(NEWFRG)     ;MEM. SECONDO H.POS
762E D9       12460           EXX
762F 2A7E6E   12470           LD      HL,(FROGSH)     ;CARICA SAGOMA
7632 D9       12480           EXX
7633 E5       12490           PUSH    HL
7634 3E02     12500           LD      A,2
7636 08       12510           EX      AF,AF'
7637 E5       12520 SFRLP1    PUSH    HL
7638 0E02     12530           LD      C,2
763A E5       12540 SFRLP2    PUSH    HL
763B 0608     12550           LD      B,8             ;MEM.E RIP. UN CAR.AR
763D 7E       12560 SFRLP3    LD      A,(HL)
763E 12       12570           LD      (DE),A
763F D9       12580           EXX
7640 7E       12590           LD      A,(HL)
7641 23       12600           INC     HL
7642 D9       12610           EXX
7643 77       12620           LD      (HL),A
7644 13       12630           INC     DE
7645 24       12640           INC     H
7646 10F5     12650           DJNZ    SFRLP3
7648 E1       12660           POP     HL
7649 23       12670           INC     HL              ;CAR.SUCC.
764A 0D       12680           DEC     C
764B 20ED     12690           JR      NZ,SFRLP2
764D E1       12700           POP     HL
764E 08       12710           EX      AF,AF'
764F 3D       12720           DEC     A
7650 2810     12730           JR      Z,SFRATR
7652 08       12740           EX      AF,AF'
7653 A7       12750           AND     A
7654 0E20     12760           LD      C,32
7656 ED42     12770           SBC     HL,BC           ;PROSSIMA RIGA
7658 CB44     12780           BIT     0,H
765A 28DB     12790           JR      Z,SFRLP1
```

```
765C 7C       12800          LD      A,H
765D D607     12810          SUB     7
765F 67       12820          LD      H,A
7660 18D5     12830          JR      SFRLP1
7662 E1       12840 SFRATR   POP     HL
7663 7C       12850          LD      A,H             ;CALCOLO ATTR.POS.
7664 E618     12860          AND     18H
7666 CB2F     12870          SRA     A
7668 CB2F     12880          SRA     A
766A CB2F     12890          SRA     A
766C C658     12900          ADD     A,58H
766E 67       12910          LD      H,A
766F 3E02     12920          LD      A,2
7671 08       12930          EX      AF,AF'
7672 0602     12940 SFRAT1   LD      B,2
7674 E5       12950          PUSH    HL
7675 7E       12960 SFRATLP  LD      A,(HL)
7676 12       12970          LD      (DE),A
7677 3604     12980          LD      (HL),4          ;AGG.ATTR. RANA
7679 23       12990          INC     HL
767A 13       13000          INC     DE
767B E607     13010          AND     7               ;TEST SU INCIDENTE
767D 2805     13020          JR      Z,NFROG3
767F 3E01     13030          LD      A,1
7681 327C6F   13040          LD      (CRHFLG),A
7684 10EF     13050 NFROG3   DJNZ    SFRATLP
7686 E1       13060          POP     HL
7687 08       13070          EX      AF,AF'
7688 3D       13080          DEC     A
7689 C8       13090          RET     Z
768A 08       13100          EX      AF,AF'
768B 0E20     13110          LD      C,32
768D ED42     13120          SBC     HL,BC
768F 18E1     13130          JR      SFRAT1
              13140 ;
              13150 ;
7691 AF       13160 CRASH    XOR     A
7692 327C6F   13170          LD      (CRHFLG),A      ;AZZERA IND. DI INCID.
7695 32796E   13180          LD      (FRGEXT),A      ;AZZERA IND. ESIST.
7698 CDA776   13190          CALL    FRGDIE          ;ROUTINE MORTE
769B CDD675   13200          CALL    RESFRG
769E 21826F   13210          LD      HL,NUMFRG
76A1 35       13220          DEC     (HL)            ;DECR. NUM. RANE
76A2 C0       13230          RET     NZ
76A3 32776F   13240          LD      (GAMFLG),A      ;AZZERA IND.GIOCO
76A6 C9       13250          RET                     ;SE NON ESIST. RANE
              13260 ;
              13270 ;
76A7 2A786F   13280 FRGDIE   LD      HL,(OLDFRG)     ;VECCHIA POS.
76AA 010240   13290          LD      BC,4002H        ;COLORE ROSSO
76AD D9       13300          EXX
76AE 21396F   13310          LD      HL,DIETON       ;SEL.TONO TRISTE
76B1 D9       13320          EXX
76B2 7C       13330          LD      A,H             ;TEST SU FINE VIAGGIO
76B3 B8       13340          CP      B
76B4 2016     13350          JR      NZ,NOTEND
```

```
76B6 7D       13360          LD      A,L
76B7 B8       13370          CP      B
76B8 3012     13380          JR      NC,NOTEND
76BA 11466F   13390          LD      DE,SCORE+3      ;BONUS 100 PT
76BD EB       13400          EX      DE,HL
76BE 34       13410          INC     (HL)
76BF 21476F   13420          LD      HL,SCORE+4
76C2 CD4B77   13430          CALL    DISSCR
76C5 0E06     13440          LD      C,6             ;GIALLO
76C7 D9       13450          EXX
76C8 21156F   13460          LD      HL,HOMTON
76CB D9       13470          EXX
76CC 79       13480 NOTEND   LD      A,C
76CD 32656F   13490          LD      (ATTR),A
76D0 2A786F   13500          LD      HL,(OLDFRG)
76D3 ED5B7E6E 13510          LD      DE,(FROGSH)
76D7 CD7A70   13520          CALL    DRWFRG
76DA 112000   13530          LD      DE,32           ;ADATT. LINEA
76DD 19       13540          ADD     HL,DE
76DE 08       13550          EX      AF,AF'
76DF 3A656F   13560          LD      A,(ATTR)
76E2 08       13570          EX      AF,AF'
76E3 0605     13580          LD      B,5
76E5 C5       13590 FLASLP   PUSH    BC
76E6 E5       13600          PUSH    HL              ;PUNT. ATTR.
76E7 AF       13610          XOR     A               ;INK E PAPER NERI
76E8 77       13620          LD      (HL),A
76E9 23       13630          INC     HL
76EA 77       13640          LD      (HL),A
76EB ED52     13650          SBC     HL,DE
76ED 77       13660          LD      (HL),A
76EE 2B       13670          DEC     HL
76EF 77       13680          LD      (HL),A
76F0 CD0877   13690          CALL    FRGTON          ;GENERA TONO
76F3 E1       13700          POP     HL
76F4 E5       13710          PUSH    HL
76F5 08       13720          EX      AF,AF'
76F6 77       13730          LD      (HL),A          ;PAPER NERO
76F7 23       13740          INC     HL              ;ROSSO O GIALLO
76F8 77       13750          LD      (HL),A
76F9 A7       13760          AND     A
76FA ED52     13770          SBC     HL,DE
76FC 77       13780          LD      (HL),A
76FD 2B       13790          DEC     HL
76FE 77       13800          LD      (HL),A
76FF 08       13810          EX      AF,AF'
7700 CD0877   13820          CALL    FRGTON
7703 E1       13830          POP     HL
7704 C1       13840          POP     BC
7705 10DE     13850          DJNZ    FLASLP
7707 C9       13860          RET
              13870 ;
              13880 ;
7708 D9       13890 FRGTON   EXX
7709 E5       13900          PUSH    HL
770A CDB577   13910          CALL    TONE1
```

```
770D E1        13920          POP     HL
770E 010400    13930          LD      BC,4            ;DB MOV. IN BASSO
7711 08        13940          EX      AF,AF'
7712 FE06      13950          CP      6
7714 2803      13960          JR      Z,HOME
7716 01FCFF    13970          LD      BC,-4           ;DB MOV. IN ALTO
7719 09        13980 HOME     ADD     HL,BC
771A D9        13990          EXX
771B 08        14000          EX      AF,AF'
771C C9        14010          RET
               14020 ;
               14030 ;
771D 3A796E    14040 CALSCR   LD      A,(FRGEXT)      ;TEST ESIST.
7720 A7        14050          AND     A
7721 C8        14060          RET     Z               ;NESSUN PUNT.
7722 3A5E6F    14070          LD      A,(UPDWN)       ;TEST MOV. SU/GIU
7725 A7        14080          AND     A               ;TEST PER PUNT.
7726 C8        14090          RET     Z
7727 21476F    14100          LD      HL,SCORE+4      ;BONUS 10 PT
772A CB7F      14110          BIT     7,A             ;TEST MOV. IN GIU'
772C 2003      14120          JR      NZ,DWNSCR       ;PUNT. RELATIVO
772E 34        14130          INC     (HL)
772F 181A      14140          JR      DISSCR          ;VIS.PUNTI
7731 3A796F    14150 DWNSCR   LD      A,(OLDFRG+1)    ;TEST MOV
7734 FE40      14160          CP      40H             ;TEST PRIMO BLOCCO
7736 2009      14170          JR      NZ,TLHWY        ;TEST LIMITE STRADA
7738 3A786F    14180          LD      A,(OLDFRG)
773B FEC0      14190          CP      0C0H            ;PASSO DIV. SU LIM. STRADA
773D D8        14200          RET     C
773E 34        14210          INC     (HL)
773F 180A      14220          JR      DISSCR
7741 FE50      14230 TLHWY    CP      50H             ;TEST SU LIMITESTRADA
7743 C0        14240          RET     NZ
7744 3A786F    14250          LD      A,(OLDFRG)
7747 FE20      14260          CP      20H
7749 D0        14270          RET     NC              ;NESSUN PUNT.
774A 34        14280          INC     (HL)
774B 0604      14290 DISSCR   LD      B,4             ;HL=>POS. DECINE
774D 7E        14300 ADDLOP   LD      A,(HL)
774E FE3A      14310 CRYLOP   CP      3AH             ;CICLO DI RIPORTO
7750 3807      14320          JR      C,UPDDIG        ;NUOVA CIFRA
7752 D60A      14330          SUB     10
7754 2B        14340          DEC     HL
7755 34        14350          INC     (HL)            ;RIPORTO
7756 23        14360          INC     HL
7757 18F5      14370          JR      CRYLOP
7759 77        14380 UPDDIG   LD      (HL),A
775A 2B        14390          DEC     HL
775B 10F0      14400          DJNZ    ADDLOP
775D 21446F    14410          LD      HL,SCORE+1
7760 CD6F77    14420          CALL    SCRIMG          ;IMMAGINE PUNTI
7763 210640    14430          LD      HL,4006H
7766 11596F    14440          LD      DE,IMAGE
7769 0605      14450          LD      B,5
776B CD2873    14460          CALL    DISASC
776E C9        14470          RET
```

```
                14480 ;
                14490 ;
776F 11596F     14500 SCRIMG  LD      DE,IMAGE
7772 010500     14510         LD      BC,5
7775 EDB0       14520         LDIR
7777 21596F     14530         LD      HL,IMAGE
777A 013004     14540         LD      BC,0430H
777D 79         14550 PREZER  LD      A,C
777E BE         14560         CP      (HL)            ;TEST SU 30H
777F 2005       14570         JR      NZ,PREZEX
7781 3620       14580         LD      (HL),20H        ;SPAZIO PIENO
7783 23         14590         INC     HL
7784 10F7       14600         DJNZ    PREZER
7786 C9         14610 PREZEX  RET
                14620 ;
                14630 ;
7787 3EBF       14640 SIREN   LD      A,0BFH
7789 DBFE       14650         IN      A,(0FEH)
778B E601       14660         AND     1
778D 2009       14670         JR      NZ,NSOUND
778F 3A736F     14680         LD      A,(SOUNDF)      ;AZZ.COND.SUONO
7792 3C         14690         INC     A
7793 E601       14700         AND     1
7795 32736F     14710         LD      (SOUNDF),A
7798 3A736F     14720 NSOUND  LD      A,(SOUNDF)
779B A7         14730         AND     A
779C 2825       14740         JR      Z,DELAY
779E 3A726F     14750         LD      A,(CHASE)       ;SE POLIZIA SELEZ.
77A1 A7         14760         AND     A
77A2 281F       14770         JR      Z,DELAY
77A4 3A746F     14780         LD      A,(TONFLG)
77A7 3C         14790         INC     A
77A8 E601       14800         AND     1
77AA 32746F     14810         LD      (TONFLG),A
77AD 210D6F     14820         LD      HL,PCTON1
77B0 2803       14830         JR      Z,TONE1
77B2 21116F     14840         LD      HL,PCTON2
77B5 5E         14850 TONE1   LD      E,(HL)          ;DE=DURATA:FREQ.
77B6 23         14860         INC     HL
77B7 56         14870         LD      D,(HL)
77B8 23         14880         INC     HL
77B9 4E         14890         LD      C,(HL)
77BA 23         14900         INC     HL
77BB 46         14910         LD      B,(HL)
77BC C5         14920         PUSH    BC
77BD E1         14930         POP     HL              ;HL=437500/FREQ-30.125
77BE CDB503     14940         CALL    03B5H
77C1 F3         14950         DI                      ;03B5H DISAB.INTERR.
77C2 C9         14960         RET
77C3 010018     14970 DELAY   LD      BC,6144
77C6 0B         14980 WAIT    DEC     BC
77C7 78         14990         LD      A,B
77C8 B1         15000         OR      C
77C9 20FB       15010         JR      NZ,WAIT
77CB C9         15020         RET
                15030 ;
```

```
                15040 ;
77CC E5         15050 RANDNO    PUSH    HL
77CD C5         15060           PUSH    BC
77CE 2A756F     15070           LD      HL,(RND)
77D1 46         15080           LD      B,(HL)
77D2 23         15090           INC     HL
77D3 3E3F       15100           LD      A,3FH           ;PUNT A ROM
77D5 A4         15110           AND     H
77D6 67         15120           LD      H,A
77D7 78         15130           LD      A,B
77D8 22756F     15140           LD      (RND),HL
77DB C1         15150           POP     BC
77DC E1         15160           POP     HL
77DD C9         15170           RET
                15180 ;
                15190 ;
77DE 21446F     15200 OVER      LD      HL,SCORE+1      ;PT. MAX.
77E1 11546F     15210           LD      DE,HISCR
77E4 0605       15220           LD      B,5
77E6 1A         15230 SORTLP    LD      A,(DE)
77E7 BE         15240           CP      (HL)
77E8 2803       15250           JR      Z,SAMSCR        ;RICER. PRIMO BIT DIV.
77EA D0         15260           RET     NC
77EB 1805       15270           JR      SCRGT           ;AGG.PT.MAX.
77ED 13         15280 SAMSCR    INC     DE
77EE 23         15290           INC     HL
77EF 10F5       15300           DJNZ    SORTLP
77F1 C9         15310           RET
77F2 21446F     15320 SCRGT     LD      HL,SCORE+1
77F5 11546F     15330           LD      DE,HISCR
77F8 010500     15340           LD      BC,5
77FB EDB0       15350           LDIR
77FD C9         15360           RET
                15370 ;
                15380 ;
77FE 3E38       15390 FINAL     LD      A,56            ;SEL. BORDO BIANCO
7800 32485C     15400           LD      (23624),A
7803 210040     15410           LD      HL,4000H        ;INIZIO VIDEO
7806 110140     15420           LD      DE,4001H
7809 01FF17     15430           LD      BC,6143         ;DIM. VIDEO
780C 3600       15440           LD      (HL),0
780E EDB0       15450           LDIR
7810 21005B     15460           LD      HL,5800H        ;INIZIO FILE ATTR.
7813 11015B     15470           LD      DE,5801H
7816 01FF02     15480           LD      BC,767
7819 3638       15490           LD      (HL),56         ;PAPER BIANCO,INK NERO
781B EDB0       15500           LDIR
781D C9         15510           RET
                15520 ;
                15530 ;
6978            15540           END     START
00000 Total errors
```

APPENDICE A
TABELLA DEI TASTI DELLO SPECTRUM

Valore di INPUT per A da 0FE	D4	D3	D2	D1	D0
0FEH	V	C	X	Z	CAP SHIFT
0FDH	G	F	D	S	A
0FBH	7	R	E	W	Q
0F7H	5	4	3	2	1
0EFH	6	7	8	9	0
0DFH	Y	U	I	O	P
0BFH	H	J	K	L	ENTER
07FH	B	N	M	SYM SHIFT	BREAK SPACE
	X	16	8	4	2	1

NB: Per controllare un tasto

1. Caricare in A il valore di INPUT della riga corrispondente.
   ```
   LD  A, 07FH        ;ultima riga
   ```
2. Preparare la porta 0FEH per l'acquisizione dati
   ```
   IN  A, (0FEH)
   ```
3. Test su Dx per vedere se il tasto e' allo stato basso.
   ```
   AND 1              ;controlla il tasto BREAK/SPACE
   ```
4. Se zero, il tasto e' allo stato alto.
   ```
   JR  Z,tasto allo stato logico 1;lo stato normale
                                  ;e' alto
   ```

MEMORY IN HEX	ATTRIBUTE IN HEX	LINE		MEMORY IN HEX	ATTRIBUTE IN HEX
4000	5800	0		401F	581F
4020	5820	1		403F	583F
4040	5840	2		405F	585F
4060	5860	3		407F	587F
4080	5880	4		409F	589F
40A0	58A0	5		40BF	58BF
40C0	58C0	6		40DF	58DF
40E0	58E0	7		40FF	58FF
4800	5900	8		481F	591F
4820	5920	9		483F	593F
4840	5940	10		485F	595F
4860	5960	11		487F	597F
4880	5980	12		489F	599F
48A0	59A0	13		48BF	59BF
48C0	59C0	14		48DF	59DF
48E0	59E0	15		48FF	59FF
5000	5A00	16		501F	5A1F
5020	5A20	17		503F	5A3F
5040	5A40	18		505F	5A5F
5060	5A60	19		507F	5A7F
5080	5A80	20		509F	5A9F
50A0	5AA0	21		50BF	5ABF
50C0	5AC0	22		50DF	5ADF
50E0	5AE0	23		50FF	5AFF

APPENDICE C

TABELLA DEI CARATTERI DELLO SPECTRUM

HEX	HOB	0	1	2	3	4	5	6	7
LOB	BITS	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NU	INK ctrl	SPACE	0	@	P	£	p
/	0001	NU	PAPER ctrl	!	1	A	Q	a	q
2	0010	NU	FLASH ctrl	"	2	B	R	b	r
3	0011	NU	BRIGHT ctrl	#	3	C	S	c	s
4	0100	NU	INVERSE ctrl	$	4	D	T	d	t
5	0101	Nu	OVER ctrl	%	5	E	U	e	u
6	0110	PRINT	AT ctrl	&	6	F	V	f	v
7	0111	EDIT	TAB ctrl	'	7	G	W	g	w
8	1000	cursor left	NU	(	8	H	X	h	x
9	1001	cursor right	NU	)	9	I	Y	i	y
A	1010	cursor down	NU	*	:	J	Z	j	z
B	1011	cursor up	NU	+	;	K	[	k	{
C	1100	DELETE	NU	,	<	L	\	l	|
D	1101	ENTER	NU	-	=	M	]	m	}
E	1110	number	NU	.	>	N	↑	n	~
F	1111	NU	NU	/	?	O	_	o	©
		← NON PRINTABLE		*		PRINTABLE →			

NB: NU = Not Used.

APPENDICE D

TABELLA DI CONVERSIONE DECIMALE-ESADECIMALE

HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	00XX	XX00
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	0
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	256	4096
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	512	8192
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	768	12288
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	1024	16384
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	1280	20480
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	1536	24576
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	135	126	127	1792	28672
8	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	2048	32768
9	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	2304	36864
A	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	273	174	175	2560	40960
B	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	2816	45056
C	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	3072	49152
D	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	3328	53248
E	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	3584	57344
F	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	3840	61440

Appendice D

Vogliamo mostrarvi con un esempio come si lavora con questa tabella.

Supponiamo di voler trovare il codice esadecimale equivalente al valore 6200.
Dobbiamo determinare un valore a 16 bit in cui i primi otto bit formino la parte alta e gli altri la parte bassa del numero:

```
bbbbbbbb    bbbbbbbb
  HOB         LOB
```

1. Confrontando il valore decimale da convertire con quello contenuto nell'ultima colonna della tabella (xx00) vediamo che 6200 e' compreso tra 4096 e 8192. Scegliamo il valore piu' basso, e cioe' 4096, ed estraiamo dalla riga corrispondente sulla prima colonna il valore dei primi quattro bit della parte alta: nel nostro caso 1.

```
0001bbbb    bbbbbbbb
  HOB         LOB
```

2. Il secondo passo consiste nel determinare gli altri 4 bit di HOB. Calcoliamo la differenza tra 6200 e 4096 e troviamo 2104. Dato che essa e' maggiore di 255, ricerchiamo nella penultima colonna (00xx) tra quali valori essa e' compresa, trovando 2048 e 2304. Ancora una volta prendiamo il piu' piccolo e nella prima colonna troviamo che il valore corrispondente e' 8, cioe' 1000 binario. Si ottiene cosi' per HOB la configurazione

```
00011000    bbbbbbbb
  HOB         LOB
```

3. Il terzo passo consiste nella ricerca del valore di LOB. Osserviamo che la differenza tra 2104 e 2048 e' 56. Cerchiamo nella parte interna della tabella questo valore e vediamo che esso corrisponde alla terza riga ed alla ottava colonna. Il valore esadecimale di LOB risulta cosi' 38H.

```
00011000    00111000
  HOB         LOB
```

Il valore esadecimale di 6200 e' dunque 1838H.

APPENDICE E

TABELLA DI CONVERSIONE IN COMPLEMENTO A DUE

HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8	−128	−127	−126	−125	−124	−123	−122	− 121	−120	−119	−118	−117	−116	−115	−114	−113
9	−112	−111	−110	−109	−108	−107	−106	−105	−104	−103	−102	−101	−100	− 99	− 98	− 97
A	− 96	− 95	− 94	− 93	− 92	− 91	− 90	− 89	− 88	− 87	− 86	− 85	− 84	− 83	− 82	− 81
B	− 80	− 79	− 78	− 77	− 76	− 75	− 74	− 73	− 72	− 71	− 70	− 69	− 68	− 67	− 66	− 65
C	− 64	− 63	− 62	− 61	− 60	− 59	− 58	− 57	− 56	− 55	− 54	− 53	− 52	− 51	− 50	− 49
D	− 48	− 47	− 46	− 45	− 44	− 43	− 42	− 41	− 40	− 39	− 38	− 37	− 36	− 35	− 34	− 33
E	− 32	− 31	− 30	− 29	− 28	− 27	− 26	− 25	− 24	− 23	− 22	− 21	− 20	− 19	− 18	− 17
F	− 16	− 15	− 14	− 13	− 12	− 11	− 10	− 9	− 8	− 7	− 6	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1

APPENDICE F

TAVOLA DI ADDIZIONE ESADECIMALE

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D
F	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E

APPENDICE G

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE OPERAZIONI SUI FLAG

ISTRUZIONE	C	Z	P/V	S	N	H	COMMENTI
ADC HL, SS	#	#	V	#	0	X	Add. a 16 bit con riporto
ADX s; ADD s	#	#	V	#	0	#	Add. a 8 bit con o senza riporto
ADD DD, SS	#	-	-	-	0	X	Add. a 16 bit
AND s	0	#	P	0	#	1	Operazione logica
BIT b, s	-	#	X	X	0	1	Stato del bit b della locazione s (nel flag Z)
CCF	#	-	-	-	0	X	Operazione di riporto
CPD; CPDR; CPI; CPIR	-	#	#	X	1	X	Ricerca in un blocco Z=1 se A=(HL) se no Z=0 P/V=1 se BC()0 se no P/V=0
CP s	#	#	V	#	1	#	Confronto con l'accumul.
CPL	-	-	-	-	1	1	Complemento accumulatore
DAA	#	#	P	#	-	#	Accum. in forma decimale
DEC s	-	#	V	#	1	#	Decremento a 8 bit
IN r, (C)	-	#	P	#	0	0	Input indiretto
INC s	-	#	V	#	0	#	Incremento a 8 bit
IND; INI	-	#	X	X	1	X	Blocco di input: Z=0 se B()0 se no Z=1
INDR; INIR	-	1	X	X	1	X	Blocco di input: Z=0 se B()0 se no Z=1
LD A, I; LD A, R	-	#	IFF	#	0	0	Contenuto dell'interruzione disabilitata (nel flag P/V)
LDD; LDI	-	X	#	X	0	0	Istr. trasf. blocchi
LDDR; LDIR	-	X	0	X	0	0	P/V=1 se BC()0 se no P/V=0
NEG	#	#	V	#	1	#	Accumulatore negato
OR s	0	#	P	#	0	0	Operazione logica
OTDR; OTIR	-	1	X	X	1	X	Blocco di output: Z=0 se B()0 altrimenti Z=1
OUTD; OUTI	-	#	X	X	1	X	Blocco di output
RLA; RLCA; RRA; RRCA	#	-	-	-	0	0	Operazione di rotate
RLD; RRD	-	#	P	#	0	/	Rotate da sin. a destra
RLS;RLC s;RR s;RRC s SLA s; SRA s; SRL s	#	#	P	#	0	0	Rotate and shift
SBC HL, SS	#	#	V	#	1	X	Sottrazione con riporto su 16 bit
SCF	1	-	-	-	0	0	Carry settato
SBC s; SUB s			V		1		Sottrazione con riporto su 8 bit
XOR x	0		P		0	0	OR esclusivo

SIMBOLO	OPERAZIONE
C	Flag di carry. C=1 se l'ultima operazione eseguita ha prodotto un riporto dal bit piu' significativo dell'operando o del risultato.
Z	Flag di Zero. Z=1 se il risultato dell'ultima operazione e' stato 0.
S	Flag di Segno. S=1 se il bit piu' significativo del risultato e' 1, cioe' se e' un numero negativo.
P/V	Flag di Parita' (P)/Overflow (O). Le operazioni logiche influenzano questo flag con la parita' del risultato, mentre le operazioni aritmetiche lo influenzano come overflow. Se P/V ricorda la parita': P/V=1 quando il numero di bit settati nel risultato e' pari, 0 se e' dispari. Se P/V ricorda l'overflow, P/V=1 quando il risultato dell'operazione e' andato in overflow.
H	Flag di Half-carry. H=1 se l'operazione di addizione o sottrazione produce riporto (positivo o negativo) sul bit numero 4 dell'accumulatore.
N	Flag di Sottrazione. N=1 se l'operazione eseguita e' una sottrazione. I flag H e N sono in genere usati con le istruzioni di aggiustamento (DAA), che servono per fornire in BCD il corretto risultato decimale di una addizione o sottrazione.
#	Il flag e' influenzato dall'operazione ed il suo valore dipende dal risultato.
-	Il flag non e' influenzato dall'operazione.
0	Il flag e' posto a 0 dopo l'operazione.
1	Il flag e' posto a 1 dopo l'operazione.
X	Il valore del flag non e' prevedibile.
V	Il flag P/V e' considerato di overflow.
P	Il flag P/V e' considerato di parita'.
r	Un qualsiasi registro della CPU: A, B, C, D, E, H, L.
s	Una qualsiasi locazione di memoria ad 8 bit, indirizzata in uno qualsiasi dei modi premessi.
SS	Una qualsiasi coppia di locazioni (16 bit) indirizzata in uno dei modi premessi.
R	Registro di refresh.
n	Valore ad 8 bit compreso tra 0 e 255.
nn	Valore a 16 bit compreso tra 0 e 65535.

APPENDICE H

ISTRUZIONI DELLO Z80 ORDINATE PER CODICE MNEMONICO

MNEMONIC	HEXADECIMAL
ADC A, (HL)	8E
ADC A, (IX+dis)	DD 8E XX
ADC A,(IY+dis)	FD 8E xx
ADC A,A	8F
ADC A,B	88
ADC A,C	89
ADC A,D	8A
ADC A,n	CE XX
ADC A,E	8B
ADC A,H	8C
ADC A,L	8D
ADC HL,BC	ED 4A
ADC HL,DE	ED 5A
ADC HL,HL	ED 6A
ADC HL,SP	ED 7A
ADD A, (HL)	86
ADD A,(IX+dis)	DD 86XX
ADD A,(IY+dis)	FD 86XX
ADD A,A	87
ADD A,B	80
ADD A,C	81
ADD A,D	82
ADD A,n	C6 XX
ADD A,E	83
ADD A,H	84
ADD A,L	85
ADD HL,BC	09
ADD HL,DE	19
ADD HL,HL	29
ADD HL,SP	39
ADD IX,BC	DD 09
ADD IX,DE	DD 19
ADD IX,IX	DD 29
ADD IX,SP	DD 39
ADD IY,BC	FD 09
ADD IY,DE	FD 19
ADD IY,IY	FD 29
ADD IY,SP	FD 39
AND (HL)	A6
AND (IX+dis)	DD A6 XX
AND (IY+dis)	FD A6 XX
AND A	A7
AND B	A0
AND C	A1
AND D	A2
AND n	E6 XX
AND E	A3
AND H	A4
AND L	A5
BIT 0,(HL)	CB 46
BIT 0,(IX+dis)	DD CB XX 46
BIT 0,(IY+dis)	FD CB XX 46
BIT 0,A	CB 47
BIT o,B	CB 40
BIT 0,C	CB 41
BIT 0,D	CB 42
BIT 0,E	CB 43
BIT 0,H	CB 44
BIT 0,L	CB 45
BIT 1,(HL)	CB 4E
BIT 1,(IX+dis)	DD CB XX 4E
BIT 1,(IY+dis)	FD CB XX 4E
BIT 1,A	CB 4F
BIT 1,B	CB 48
BIT 1,C	CB 49
BIT 1,D	CB 4A
BIT 1,E	CB 4B
BIT 1,H	CB 4C
BIT 1,L	CB 4D
BIT 2,(HL)	CB 56
BIT 2,(IX+dis)	DD CB XX 56
BIT 2,(IY+dis)	FD CB XX 56
BIT 2,A	CB 57
BIT 2,B	CB 50
BIT 2,C	CB 51
BIT 2,D	CB 52
BIT 2,E	CB 53
BIT 2,H	CB 54
BIT 2,L	CB 55
BIT 3,(HL)	CB 5E
BIT 3,(IX+dis)	DD CB XX 5E
BIT 3,(IY+dis)	FD CB XX 5E
BIT 3,A	CB 5F
BIT 3,B	CB 58
BIT 3,C	CB 59
BIT 3,D	CB 5A
BIT 3,E	CB 5B
BIT 3,H	CB 5C
BIT 3,L	CB 5D
BIT 4,(HL)	CB 66
BIT 4,(IX+dis)	DD CB XX 66
BIT 4,(IY+dis)	FD CB XX 66
BIT 4,A	CB 67
BIT 4,B	CB 60
BIT 4,C	CB 61
BIT 4,D	CB 62
BIT 4,E	CB 63
BIT 4,H	CB 64
BIT 4,L	CB 65
BIT 5,(HL)	CB 6E
BIT 5,(IX+dis)	DD CB XX 6E
BIT 5,(IY+dis)	FD CB XX 6E
BIT 5,A	CB 6F
BIT 5,B	CB 68
BIT 5,C	CB 69
BIT 5,D	CB 6A
BIT 5,E	CB 6B
BIT 5,H	CB 6C
BIT 5,L	CB 6D
BIT 6,(HL)	CB 76
BIT 6,(IX+dis)	DD CB XX 76
BIT 6,(IY+dis)	FD CB XX 76
BIT 6,A	CB 77
BIT 6,B	CB 70
BIT 6,C	CB 71
BIT 6,D	CB 72
BIT 6,E	CB 73
BIT 6,H	CB 74
BIT 6,L	CB 75
BIT 7,(HL)	CB 7E
BIT 7,(IX+dis)	DD CB XX 7E
BIT 7,(IY+dis)	FD CB XX 7E
BIT 7,A	CB 7F
BIT 7,B	CB 78
BIT 7,C	CB 79
BIT 7,D	CB 7A
BIT 7,E	CB 7B
BIT 7,H	CB 7C
BIT 7,L	CB 7D
CALL ADDR	CD XX XX
CALL C,ADDR	DC XX XX
CALL M,ADDR	FC XX XX
CALL NC,ADDR	D4 XX XX
CALL NZ,ADDR	C4 XX XX
CALL P,ADDR	F4 XX XX
CALL PE,ADDR	EC XX XX
CALL PO,ADDR	E4 XX XX
CALL Z,ADDR	CC XX XX
CCF	3F
CP (HL)	BE
CP (IX+dis)	DD BE XX
CP (IY+dis)	FD BE XX
CP A	BF
CP B	B8
CP C	B9
CP D	BA
CP n	FE XX
CP E	BB
CP H	BC
CP L	BD
CPD	ED A9
CPDR	ED B9
CPI	ED A1
CPIR	ED B1
CPL	2F
DAA	27
DEC (HL)	35
DEC (IX+dis)	DD 35 XX
DEC (IY+dis)	FD 35 XX
DEC A	3D
DEC B	05
DEC BC	0B
DEC C	0D
DEC D	15
DEC DE	1B
DEC E	1D
DEC H	25
DEC HL	2B
DEC IX	DD 2B
DEC IY	FD 2B
DEC L	2D
DEC SP	3B
DI	F3
DJNZ,dis	10 XX
EI	FB
EX (SP) ,HL	E3
EX (SP) ,IX	DD E3
EX (SP) ,IY	FD E3
EX AF,AF'	08
EX DE,HL	EB
EXX	D9
HALT	76
IM 0	ED 46
IM 1	ED 56
IM 2	ED 5E
IN A, (C)	ED 78
IN A,port	DB XX
IN B, (C)	ED 40
IN C, (C)	ED 48
IN D, (C)	ED 50
IN E, (C)	ED 58
IN H, (C)	ED 60
IN L, (C)	ED 68
INC (HL)	34
INC (IX+dis)	DD 34 XX
INC (IY+dis)	FD 34 XX
INC A	3C
INC B	04
INC BC	03
INC C	0C
INC D	14
INC DE	13
INC E	1C
INC H	24
INC HL	23
INC IX	DD 23
INC IY	FD 23
INC L	2C
INC SP	33
IND	ED AA
INCR	ED BA
INI	ED A2
INIR	ED B2
JP (HL)	E9
JP (IX)	DD E9
JP (IY)	FD E9
JP ADDR	C3 XX XX
JP C,ADDR	DA XX XX
JP M,ADDR	FA XX XX

MNEMONIC	HEXADECIMAL
JP NC,ADDR	D2 XX XX
JP NZ,ADDR	C2 XX XX
JP P,ADDR	F2 XX XX
JP PE,ADDR	EA XX XX
JP PO,ADDR	E2 XX XX
JP Z,ADDR	CA XX XX
JR C,dis	38 XX
JR dis	18 XX
JR NC,dis	30 XX
JR NZ,dis	20 XX
JR Z,dis	28 XX
LD (ADDR) ,A	32 XX XX
LD(ADDR) ,BC	ED 43 XX XX
LD (ADDR) ,DE	ED 53 XX XX
LD(ADDR) ,HL	ED 63 XX XX
LD (ADDR) ,HL	22 XX XX
LD (ADDR) ,IX	DD 22 XX XX
LD (ADDR) , IY	FD 22 XX XX
LD (ADDR) ,SP	ED 73 XX XX
LD (BC) ,A	02
LD (DE) ,A	12
LD (HL) ,A	77
LD (HL) ,B	70
LD (HL), C	71
LD (HL) ,D	72
LD (HL) ,n	36 XX
LD (HL) ,E	73
LD (HL) ,H	74
LD (HL) ,L	75
LD (IX+dis) ,A	DD 77 XX
LD (IX+dis) ,B	DD 70 XX
LD (IX+dis) ,C	DD 71 XX
LD (IX+dis) ,D	DD 72 XX
LD (IX+dis) ,n	DD 36 XX XX
LD (IX+dis) ,E	DD 73 XX
LD (IX+dis) ,H	DD 74 XX
LD (IX+dis) ,L	DD 75 XX
LD (IY+dis) ,A	FD 77 XX
LD (IY+dis) ,B	FD 70 XX
LD (IY+dis) ,C	FD 71 XX
LD (IY+dis) ,D	FD 72 XX
LD (IY+dis) ,n	FD 36 XX XX
LD (IY+dis) ,E	FD 73 XX
LD (IY+dis) ,H	FD 74 XX
LD (IY+dis) ,L	FD 75 XX
LD A, (ADDR)	3A XX XX
LD A, (BC)	0A
LD A, (DE)	1A
LD A, (HL)	7E
LD A, (IX+dis)	DD 7E XX
LD A, (IY+dis)	FD 7E XX
LD A,A	7F
LD A,B	78
LD A,C	79
LD A,D	7A
LD A,n	3E XX
LD A,E	7B
LD A,H	7C
LD A,I	ED 57
LD A,L	7D
LD A,R	ED 5F
LD B, (HL)	46
LD B, (IX+dis)	DD 46 XX
LD B, (IY+dis)	FD 46 XX
LD B,A	47
LD B,B	40
LD B,C	41
LD B,D	42
LD B,n	06 XX
LD B,E	43
LD B,H	44
LD B,L	45
LD BC, (ADDR)	ED 4B XX XX
LD BC,nn	01 XX XX
LD C, (HL)	4E
LD C, (IX+dis)	DD 4E xx
LD C, (IY+dis)	FD 4E XX
LD C,A	4F
LD C,B	48
LD C,C	49
LD C,D	4A
LD C,n	0E XX
LD C,E	4B
LD C,H	4C
LD C,L	4D
LD D, (HL)	56
LD D, (IX+dis)	DD 56 XX
LD D, (IY+dis)	FD 56 XX
LD D,A	57
LD D,B	50
LD D,C	51
LD D,D	52
LD D,n	16 XX
LD D,E	53
LD D,H	54
LD D,L	55
LD DE, (ADDR)	ED 5B XX XX
LD DE,nn	11 XX XX
LD E, (HL)	5E
LD E, (IX+dis)	DD 5E XX
LD E, (IY+dis)	FD 5E XX
LD E,A	5F
LD E,B	58
LD E,C	59
LD E,D	5A
LD E,n	1E XX
LD E,E	5B
LD E,H	5C
LD E,L	5D
LD H, (HL)	66
LD H, (IX+dis)	DD 66 XX
LD H, (IY+dis)	FD 66 XX
LD H,A	67
LD H,B	60
LD H,C	61
LD H,D	62
LD H,n	26 XX
LD H,E	63
LD H,H	64
LD H,L	65
LD HL, (ADDR)	ED 68 XX XX
LD HL,(ADDR)	2A XX XX
LD HL,nn	21 XX XX
LD I,A	ED 47
LD IX, (ADDR)	DD 2A XX XX
LD IX,nn	DD 21 XX XX
LD IY (ADDR)	FD 2A XX XX
LD IY,nn	FD 21 XX XX
LD L,A	6F
LD L,B	68
LD L,C	69
LD L,D	6A
LD L,n	2E XX
LD L,E	6B
LD L, (HL)	6E
LD L,(IX+dis)	DD 6E XX
LD L, (IY+dis)	FD 6E XX
LD L,H	6C
LD L,L	6D
LD R,A	ED 4F
LD SP, (ADDR)	ED 7B XX XX
LD SP,nn	31 XX XX
LD SP,HL	F9
LD SP,IX	DD F9
LD SP,IY	FD F9
LDD	ED A8
LDDR	ED B8
LDI	ED A0
LDIR	ED B0
NEG	ED 44
NOP	00
OR (HL)	B6
OR (IX+dis)	DD B6 XX
OR (IY+dis)	FD B6 xx
OR A	B7
OR B	B0
OR C	B1
OR D	B2
OR n	F6 XX
OR E	B3
OR H	B4
OR L	B5
OTDR	ED BB
OTIR	ED B3
OUT (C) ,A	ED 79
OUT (C) ,B	ED 41
OUT (C) ,C	ED 49
OUT (C) ,D	ED 51
OUT (C) ,E	ED 59
OUT (C) ,H	ED 61
OUT (C) ,L	ED 69
OUT part,A	D3 port
OUTD	ED AB
OUTI	ED A3
POP AF	F1
POP BC	C1
POP DE	D1
POP HL	E1
POP IX	DD E1
POP IY	FD E1
PUSH AF	F5
PUSH BC	C5
PUSH DE	D5
PUSH HL	E5
PUSH IX	DD E5
PUSH IY	FD E5
RES 0, (HL)	CB 86
RES 0, (IX+dis)	DD CB XX 86
RES 0, (IY+dis)	FD CB XX 86
RES 0,A	CB 87
RES 0,B	CB 80
RES 0,C	CB 81
RES 0,D	CB 82
RES 0,E	CB 83
RES 0,H	CB 84
RES 0,L	CB 85
RES 1, (HL)	CB 8E
RES 1, (IX+dis)	DD CB XX 8E
RES 1, (IY+dis)	FD CB XX 8E
RES 1,A	CB 8F
RES 1,B	CB 88
RES 1,C	CB 89
RES 1,D	CB 8A
RES 1,E	CB 8B
RES 1,H	CB 8C
RES 1,L	CB 8D
RES 2, (HL)	CB 96
RES 2, (IX+dis)	DD CB XX 96
RES 2, (IY+dis)	FD CB XX 96
RES 2,A	CB 97
RES 2,B	CB 90
RES 2,C	CB 91
RES 2,D	CB 92
RES 2,E	CB 93
RES 2,H	CB 94
RES 2,L	CB 95
RES 3, (HL)	CB 9E
RES 3, (IX+dis)	DD CB XX 9E
RES 3, (IY+dis)	FD CB XX 9E
RES 3,A	CB 9F

MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL
RES 3,B	CB 98	RLC C	CB 01	SET 1,L	CB CD
RES 3,C	CB 99	RLC D	CB 02	SET 2, (HL)	CB D6
RES 3,D	CB 9A	RLC E	CB 03	SET 2, (IX+dis)	DD CB XX D6
RES 3,E	CB 9B	RLC H	CB 04	SET 2, (IY+dis)	FD CB XX D6
RES 3,H	CB 9C	RLC L	CB 05	SET 2,A	CB D7
RES 3,L	CB 9D	RLCA	07	SET 2,B	CB D0
RES 4, (HL)	CB A6	RLD	ED 6F	SET 2,C	CB D1
RES 4, (IX+dis)	DD CB XX A6	RR (HL)	CB 1E	SET 2,D	CB D2
RES 4, (IY+dis)	FD CB XX A6	RR (IX+dis)	DD CB XX 1E	SET 2,E	CB D3
RES 4,A	CB A7	RR (IY+dis)	FD CB XX 1E	SET 2,H	CB D4
RES 4,B	CB A0	RR A	CB 1F	SET 2,L	CB D5
RES 4,C	CB A1	RR B	CB 18	SET 3, (HL)	CB DE
RES 4,D	CB A2	RR C	CB 19	SET 3, (IX+dis)	DD CB XX DE
RES 4,E	CB A3	RR D	CB 1A	SET 3, (IY+dis)	FD CB XX DE
RES 4,H	CB A4	RR E	CB 1B	SET 3,A	CB DF
RES 4,L	CB A5	RR H	CB 1C	SET 3,B	CB D8
RES 5 (HL)	CB AE	RR L	CB 1D	SET 3,C	CB D9
RES 5, (IX+dis)	DD CB XX AE	RRA	1F	SET 3,D	CB DA
RES 5, (IY+dis)	FD CB XX AE	RRC (HL)	CB 0E	SET 3,E	CB DB
RES 5,A	CB AF	RRC (IX+dis)	DD CB XX 0E	SET 3,H	CB DC
RES 5,B	CB A8	RRC (IY+dis)	FD CB XX 0E	SET 3,L	CB DD
RES 5,C	CB A9	RRC A	CB 0F	SET 4, (HL)	CBE6
RES 5,D	CB AA	RRC B	CB 08	SET 4, (IX+dis)	DD CB XX E6
RES 5,E	CB AB	RRC C	CB 09	SET 4, (IY+dis)	FD CB XX E6
RES 5,H	CB AC	RRC D	CB 0A	SET 4,A	CB E7
RES 5,L	CB AD	RRC E	CH 0B	SET 4,B	CB E0
RES 6, (HL)	CB B6	RRC H	CB 0C	SET 4,C	CB E1
RES 6, (IX+dis)	DD CB XX B6	RRC L	CB 0D	SET 4,D	CB E2
RES 6, (IY+dis)	FD CB XX B6	RRCA	0F	SET 4,E	CB E3
RES 6,A	CB B7	RRD	ED 67	SET 4,H	CB E4
RES 6,B	CB B0	RST 00	C7	SET 4,L	CB E5
RES 6,C	CB B1	RST 08	CF	SET 5, (HL)	CB EE
RES 6,D	CB B2	RST 10	D7	SET 5, (IX+dis)	DD CB XX EE
RES 6,E	CB B3	RST 18	DF	SET 5, (IY+dis)	FD CB XX EE
RES 6,H	CB B4	RST 20	E7	SET 5,A	CB EF
RES 6,L	CB B5	RST 28	EF	SET 5,B	CB E8
RES 7, (HL)	CB BE	RST 30	F7	SET 5,C	CB E9
RES 7, (IX+dis)	DD CB XX BE	RST 38	FF	SET 5,D	CB EA
RES 7, (IY+dis)	FD CB XX BE	SBC A, (HL)	9E	SET 5,E	CB EB
RES 7,A	CB BF	SBC A, (IX+dis)	DD 9E XX	SET 5,H	CB EC
RES 7,B	CB B8	SBC A, (IY+dis)	FD 9E XX	SET 5,L	CB ED
RES 7,C	CB B9	SBC A,A	9F	SET 6, (HL)	CB F6
RES 7,D	CB BA	SBC A,B	98	SET 6, (IX+dis)	DD CB XX F6
RES 7,E	CB BB	SBC A,C	99	SET 6, (IY+dis)	FD CB XX F6
RES 7,H	CB BC	SBC A,D	9A	SET 6,A	CB F7
RES 7,L	CB BD	SBC A,n	DE XX	SET 6,B	CB F0
RET	C9	SBC A,E	9B	SET 6,C	CB F1
RET C	D8	SBC A,H	9C	SET 6,D	CB F2
RET M	F8	SBC A,L	9D	SET 6,E	CB F3
RET NC	D0	SBC HL,BC	ED 42	SET 6,H	CB F4
RET NZ	C0	SBC HL,DE	ED 52	SET 6,L	CB F5
RET P	F0	SBC HL,HL	ED 62	SET 7, (HL)	CB FE
RET PE	E8	SBC HL,SP	ED 72	SET 7, (IX+dis)	DD CB XX FE
RET PO	E0	SCF	37	SET 7,(IY+dis)	FD CB XX FE
RET Z	C8	SET 0, (HL)	CB C6	SET 7,A	CB FF
RETI	ED 4D	SET 0, (IX+dis)	DD CB XX C6	SET 7,B	CB F8
RETN	ED 45	SET 0, (IY+dis)	FD CB XX C6	SET 7,C	CB F9
RL (HL)	CB 16	SET 0,A	CB C7	SET 7,D	CB FA
RL (IX+dis)	DD CB XX 16	SET 0,B	CB C0	SET 7,E	CB FB
RL (IY+dis)	FD CB XX 16	SET 0,C	CB C1	SET 7,H	CB FC
RL A	CB 17	SET 0,D	CB C2	SET 7,L	CB FD
RL B	CB 10	SET 0,E	CB C3	SLA (HL)	CB 26
RL C	CB 11	SET 0,H	CB C4	SLA (IX+dis)	DD CB XX 26
RL D	CB 12	SET 0,L	CB C5	SLA (IY+dis)	FD CB XX 26
RL E	CB 13	SET 1, (HL)	CB CE	SLA A	CB 27
RL H	CB 14	SET 1, (IX+dis)	DD CB XX CE	SLA B	CB 20
RL L	CB 15	SET 1, (IY+dis)	FD CB XX CE	SLA C	CB 21
RLA	17	SET 1,A	CB CF	SLA D	CB 22
RLC (HL)	CB 06	SET 1,B	CB C8	SLA E	CB 23
RLC (IX+dis)	DD CB XX 06	SET 1,C	CB C9	SLA H	CB 24
RLC (IY+dis)	FD CB XX 06	SET 1,D	CB CA	SLA L	CB 25
RLC A	CB 07	SET 1,E	CB CB	SRA (HL)	CB 2E
RLC B	CB 00	SET 1,H	CB CC	SRA (IX+dis)	DD CB XX 2E

MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL
SRA (IY+dis)	FD CB XX 2E				
SRA A	CB 2F				
SRA B	CB 28				
SRA C	CB 29				
SRA D	CB 2A				
SRA E	CB 2B				
SRA H	CB 2C				
SRA L	CB 2D				
SRL (HL)	CB 3E				
SRL (IX+dis)	DD CB XX 3E				
SRL (IY+dis)	FD CB XX 3E				
SRL A	CB 3F				
SRL B	CB 38				
SRL C	CB 39				
SRL D	CB 3A				
SRL E	CB 3B				
SRL H	CB 3C				
SRL L	CB 3D				
SUB (HL)	96				
SUB (IX+dis)	DD 96 XX				
SUB (IY+dis)	FD 96 XX				
SUB A	97				
SUB B	90				
SUB C	91				
SUB D	92				
SUB E	D6 XX				
SUB n	93				
SUB H	94				
SUB L	95				
XOR (HL)	AE				
XOR (IX+dis)	DD AE XX				
XOR (IY+dis)	FD AE XX				
XOR A	AF				
XOR B	A9				
XOR C	A9				
XOR D	AA				
XOR n	EE XX				
XOR E	AB				
XSOR H	AC				
XOR L	AD				

APPENDICE I
ISTRUZIONI DELLO Z80 ORDINATE PER CODICE ESADECIMALE

HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC
00	NOP	49	LD C,C	92	SUB D
01 XXXX	LD BC,NN	4A	LD C,D	93	SUB E
02	LD (BC),A	4B	LD C,E	94	SUB H
03	INC BC	4C	LD C,H	95	SUB L
04	INC B	4D	LD C,L	96	SUB (HL)
05	DEC B	4E	LD C,(HL)	97	SUB A
06XX	LD B,N	4F	LD C,A	98	SBC A,B
07	RLCA	50	LD D,B	99	SBC A,C
08	EX AF, AF'	51	LD D,C	9A	SBC A,D
09	ADD HL,BC	52	LD D,D	9B	SBC A,E
0A	LD A, (BC)	53	LD D,E	9C	SBC A,H
0B	DEC BC	54	LD D,H	9D	SBC A,L
0C	INC C	55	LD D,L	9E	SBC A,(HL)
0D	DEC C	56	LD D,(HL)	9F	SBC A,A
0EXX	LD C,N	57	LD D,A	A0	AND B
0F	RRCA	58	LD E,B	A1	AND C
10XX	DJNZ DIS	59	LD E,C	A2	AND C
11XXXX	LD DE,NN	5A	LD E,D	A3	AND E
12	LD (DE),A	5B	LD E,E	A4	AND H
13	INC DE	5C	LD E,H	A5	AND L
14	INC D	5D	LD E,L	A6	AND (HL)
15	DEC D	5E	LD E,(HL)	A7	AND A
16XX	LD D,N	5F	LD E,A	A8	XOR B
17	RLA	60	LD H,B	A9	XOR C
18XX	JR DIS	61	LD H,C	AA	SOR D
19	ADD HL,DE	62	LD H,D	AB	XOR E
1A	LD A,(DE)	63	LD H,E	AC	SOR H
1B	DEC DE	64	LD H,H	AD	SOR L
1C	INC E	65	LD H,L	AE	XOR (HL)
1D	DEC E	66	LD H,(HL)	AF	XOR A
1EXX	LD E,N	67	LD H,A	B0	OR B
1F	RRA	68	LD L,B	B1	OR C
20XX	JR NZ,DIS	69	LD L,C	B2	OR D
21XXXX	LD HL,NN	6A	LD L,D	B3	OR E
22XXXX	LD (NN),HL	6B	LD L,E	B4	OR H
23	INC HL	6C	LD L,H	B5	OR L
24	INC H	6D	LD L,L	B6	OR (HL)
25	DEC H	6E	LD L,(HL)	B7	OR A
26XX	LD H,N	6F	LD L,A	B8	CP B
27	DAA	70	LD (HL),B	B9	CP C
28XX	JR Z,DIS	71	LD (HL),C	BA	CP D
29	ADD HL,HL	72	LD (HL),D	BB	CP E
2AXXXX	LD HL,(NN)	73	LD (HL),E	BC	CP H
2B	DEC HL	74	LD (HL),H	BD	CP L
2C	INC L	75	LD (HL),L	BE	CP (HL)
2D	DEC L	76	HALT	BF	CP A
2EXX	LD L,N	77	LD (HL),A	C0	RET NZ
2F	CPL	78	LD A,B	C1	POP BC
30XX	JR NC,DIS	79	LD A,C	C2XXXX	JP NZ,NM
31XXXX	LD SP,NN	7A	LD A,D	C3XXXX	JP NM
32XXXX	LD (NN),A	7B	LD A,E	C4XXXX	CALL NZ,NM
33	INC SP	7C	LD A,H	C5	PUSH BC
34	INC (HL)	7D	LD A,L	C6XX	ADD A,N
35	DEC (HL)	7E	LD A,(HL)	C7	RST 0
3620XX	LD (HL),N	7F	LD A,A	C8	RET Z
37	SCF	80	ADD A,B	C9	RET
38XX	JR C,DIS	81	ADD A,C	CAXXXX	JP Z.NM
39	ADD HL,SP	82	ADD A,D	CCXXXX	CALL Z,NN
3AXXXX	LD A,(NN)	83	ADD A,E	CDXXXX	CALL NN
3B	DEC SP	84	ADD A,H	CEXX	ADC A,N
3C	INC A	85	ADD A,L	CF	RST 8
3D	DEC A	86	ADD A,(HL)	D0	RET NC
3EXXXX	LD A	87	ADD A,A	D1	POP DE
3F	CCF	88	ADC A,B	D2XXXX	JP NC,NN
40	LD B,B	89	ADC A,C	D3XX	OUT (N),A
41	LD B,C	8A	ADC A,D	D4XXXX	CALL NC,NN
42	LD B,D	8B	ADC A,E	D5	PUSH DE
43	LD B,E	8C	ADC A,H	D6XX	SUB N
44	LD B,H,	8D	ADC A,L	D7	RST 10H
45	LD B,L	8E	ADC A,(HL)	D8	RET C
46	LD B,(HL)	8F	ADC A,A	D9	EXX
47	LD B,A	90	SUB B	DAXXXX	JP C,NN
48	LD C,B	91	SUB C	DBXX	IN A,(N)

HEXADECIMAL	MNEMONIC
DCXXXX	CALL C,NN
DEXX	SBC A,N
DF	RST 18H
E0	RET PO
E1	POP HL
E2XXXX	JP PO,NN
E3	EX (SP),HL
E4XXXX	CALL PO,NN
E5	PUSH HL
E6XX	AND N
E7	RST 20 H
E8	RET PE
E9	JP (HL)
EAXXXX	JE PE NN
EB	EX DE,HL
ECXXXX	CALL PE,NN
EEXX	XOR N
EF	RST 28H
F0	RET P
F1	POP AF
F2XXXX	JR P,NN
F3	D1
F4XXXX	CALL P,NN
F5	PUSH AF
F620XX	OR N
F7	RST 30H
F8	RET N
F9	LD,SP,HL
FAXXXX	JP N,NN
FB	E1
FCXXXX	CALL M,NN
FE20XX	CP N
FF	RST 38H
CB00	RLC 8
CB01	RLC C
CB02	RLC D
CB03	RLC E
CB04	RLC H
CB05	RLC L
CB06	RLC (HL)
CB07	RLC A
CB08	RRC B
CB09	RRC C
CB0A	RRC D
CB0B	RRC E
CB0C	RRC H
CB0D	RRC L
CB0E	RRC (HL)
CB0F	RRC A
CB10	RL B
CB11	RL C
CB12	RL D
CB13	RL E
CB14	RL H
CB15	RL L
CB16	RL (HL)
CB17	RL A
CB18	RR B
CB19	RR C
CB1A	RR D
CB1B	RR E
CB1C	RR H
CB1D	RR L
CB1E	RR (HL)
CB1F	RR A
CB20	SLA B
CB21	SLA C
CB22	SKA D
CB23	SLA E
CB24	SLA H
CB25	SLA L
CB26	SLA (HL)
CB27	SLA A
CB28	SRA B
CB29	SRA C
CB2A	SRA D
CB2B	SRA E
CB2C	SRA H
CB2D	SRA L
CB2E	SRA (HL)
CB2F	SRA A
CB38	SRL B
CB39	SRL C
CB3A	SRL D
CB3B	SRL E
CB3C	SRL H
CB3D	SRL L
CB3E	SRL (HL)
CB3F	SRL A
CB40	BIT 0,B
CB41	BIT 0,C
CB42	BIT 0,D
CB43	BIT 0,E
CB44	bit 0,H
CB45	BIT 0,L
CB46	BIT 0,(HL)
CB47	BIT 0,A
CB48	Bit 1,B
CB49	BIT 1,C
CB4A	BIT 1,D
CB4B	BIT 1,E
CB4C	BIT 1,H
CB4D	BIT 1,L
CB4E	BIT 1,(HL)
CB4F	BIT 1,A
CB50	BIT 2,B
CB51	BIT 2,C
CB52	BIT 2,D
CB53	BIT 2,E
CB54	BIT 2,H
CB55	BIT 2,L
CB56	BIT 2,(HL)
CB57	BIT 2,A
CB58	BIT 3,B
CB59	BIT 3,C
CB5A	BIT 3,D
CB5B	BIT 3,E
CB5C	BIT 3,H
CB5D	BIT 3,L
CB5E	BIT 3,(HL)
CB5F	BIT 3,A
CB60	BIT 4,B
CB61	BIT 4,C
CB62	BIT 4,D
CB63	BIT 4,E
CB64	BIT 4,H
CB65	BIT 4,L
CB66	BIT 4,(HL)
CB67	BIT 4,A
CB68	BIT 5,B
CB69	BIT 5,C
CB6A	BIT 5,D
CB6B	BIT 5,E
CB6C	BIT 5,H
CB6D	BIT 5,L
CB6E	BIT 5,(HL)
CB6F	BIT 5,A
CB70	BIT 6,B
CB71	BIT 6,C
CB72	BIT 6,D
CB73	BIT 6,E
CB74	BIT 6,H
CB75	BIT 6,L
CB76	BIT 6,(HL)
CB77	BIT 6,A
CB78	BIT 7,B
CB79	BIT 7,C
CB7A	BIT 7,D
CB7B	BIT 7,E
CB7C	BIT 7,H
CB7D	BIT 7,L
CB7E	BIT 7,(HL)
CB7F	BIT 7,A
CB80	RES 0,B
CB81	RES 0,C
CB82	RES 0,D
CB83	RES 0,E
CB84	RES 0,H
CB85	RES 0,L
CB86	RES 0,(HL)
CB87	RES 0,A
CB88	RES 1,B
CB89	RES 1,C
CB8A	RES 1,D
CB8B	RES 1,E
CB8C	RES 1,H
CB8D	RES 1,L
CB8E	RES 1,(HL)
CB8F	RES 1,A
CB90	RES 2,B
CB91	RES 2,C
CB92	RES 2,D
CB93	RES 2,E
CB94	RES 2,H
CB95	RES 2,L
CB96	RES 2,(HL)
CB97	RES 2,A
CB98	RES 3,B
CB99	RES 3,C
CB9A	RES 3,D
CB9B	RES 3,E
CB9C	RES e,H
CB9D	RES 3,L
CB9E	RES 3,(HL)
CB9F	RES 3,A
CBA0	RES 4,B
CBA1	RES 4,C
CBA2	RES 4,D
CBA3	RES e,E
CBA4	RES e,H
CBA5	RES 4,L
CBA6	RES 4,(HL)
CBA7	RES 4,A
CBA8	RES 5,B
CBA9	RES 5,C
CBAA	RES 5,D
CBAB	RES 5,E
CBAC	RES 5,H
CBAD	RES 5,L
CBAE	RES 5,(HL)
CBAF	RES 5,A
CBB0	RES 6,B
CBB1	RES 6,C
CBB2	RES 6,D
CBB3	RES 6,E
CBB4	RES 6,H
CBB5	RES 6,L
CBB6	RES 6,(HL)
CBB7	RES 7,A
CBB8	RES 7,B
CBB9	RES 7,C
CBBA	RES 7,D
CBBB	RES 7,E
CBBC	RES 7,H
CBBD	RES 7,L
CBBE	RES 7,(HL)
CBBF	RES 7,A
CBC0	SET 0,B
CBC1	SET 0,C
CBC2	SET 0,D

HEXADECIMAL	MNEMONIC
CBC3	SET 0,E
CBC4	SET 0,H
CBC5	SET 0,L
CBC6	SET 0,(HL)
CBC7	SET 0,A
CBC8	SET 1,B
CBC9	SET 1,C
CBCA	SET 1,D
CBCB	SET 1,E
CBCC	SET 1,H
CBCD	SET 1,L
CBCE	SET 1,(HL)
CBCF	SET 1,A
CBD0	SET 2,B
CBD1	SET 2,C
CBD2	SET 2,D
CBD3	SET 2,E
CBD4	SET 2,H
CBD5	SET 2,L
CBD6	SET 2,(HL)
CBD7	SET 2,A
CBD8	SET 3,B
CBD9	SET 3,C
CBDA	SET 3,D
CBDB	SET 3,E
CBDC	SET 3,H
CBDD	SET 3,L
CBDE	SET 3,(HL)
CBDF	SET 3,A
CBE0	SET 4,B
CBE1	SET 4,C
CBE2	SET 4,D
CBE3	SET 4,E
CBE4	SET 4,H
CBE5	SET 4,L
CBE6	SET 4,(HL)
CBE7	SET 4,A
CBE8	SET 5,B
CBE9	SET 5,C
CBEA	SET 5,D
CBEB	SET 5,E
CBEC	SET 5,H
CBED	SET 5,L
CBEE	SET 5,(HL)
CBEF	SET 5,A
CBF0	SET 6,B
CBF1	SET 6,C
CBF2	SET 6,D
CBF3	SET 6,E
CBF4	SET 6,H
CBF5	SET 6,L
CBF6	SET 6,(HL)
CBF7	SET 6,A
CBF8	SET 7,B
CBF9	SET 7,C
CBFA	SET 7,D
CBFB	SET 7,E
CBFC	SET 7,H
CBFD	SET 7,L
CBFE	SET 7,(HL)
CBFF	SET 7,A
DD09	ADD IX,BC
DD19	ADD IX,DE
DD21XXXX	LD IX,NN
DD22XXXX	LD(NN),IX
DD23	INC IX
DD29	ADD IX,IX
DD2AXXXX	LD IX,(NN)
DD2B	DEC IX
DD34XX	INC(IX+d)
DD35XX	DEC(IX+d)
DD36XX20	LD(IX+d),N
DD39	ADD IX,SP
DD46XX	LD B,(IX+d)
DD4EXX	LD C,(IX+d)
DD56XX	LD D,(IX+d)
DD5EXX	LD E,(IX+d)
DD66XX	LD H,(IX+d)
DD6EXX	LD L,(IX+d)
DD70XX	LD (IX+d),B
DD71XX	LD (IC+d),C
DD72XX	LD (IX+d),D
DD73XX	LD (IX+d),E
DD74XX	LD (IX+d),H
DD75XX	LD (IX+d),L
DD77XX	LD (IX+d),A
DD7EXX	LD A,(IX+d)
DD86XX	ADD A,(IX+d)
DD8EXX	ADC A,(IX+d)
DD96XX	SUB(IX+d)
DD9EXX	SBC A,(IX+d)
DDA6XX	AND(IX+d)
DDAEXX	XOR(IX+d)
DDB6XX	OR(IX+d)
DDBEXX	CP(IX+d)
DDE1	POP IX
DDE3	EX(SP),IX
DDE5	PUSH IX
DDE9	JP(IX)
DDF9	LD SP,IX
DDCBXX06	RLC(IX+d)
DDCBXX0E	RRC(IX+d)
DDCBXX16	RL(IX+d)
DDCBXX1E	RR(IX+d)
DDCBXX26	SLA(IX+d)
DDCBXX2E	SRA(IX+d)
DDCBXX3E	SRL(IX+d)
DDCBXX46	BIT 0,(IX+d)
DDCBXX4E	BIT 1,(IX+d)
DDCBXX56	BIT 2,(IX+d)
DDCBXX5E	BIT 3,(IX+d)
DDCBXX66	BIT 4,(IX+d)
DDCBXX6E	BIT 5,(IX+d)
DDCBXX76	BIT 6,(IX+d)
DDCBXX7E	BIT 7,(IX+d)
DDCBXX86	RES 0,(IX+d)
DDCBXX8E	RES 1,(IX+d)
DDCBXX96	RES 2,(IX+d)
DDCBXX9E	RES 3,(IX+d)
DDCBXXA6	RES 4,(IX+d)
DDCBXXAE	RES 5,(IX+d)
DDCBXXB6	RES 6,(IX+d)
DDCBXXBE	RES 7,(IX+d)
DDCBXXC6	SET 0,(IX+d)
DDCBXXCE	SET 1,(IX+d)
DDCBXXD6	SET 2,(IX+d)
DDCBXXDE	SET 3,(IX+d)
DDCBXXE6	SET 4,(IX+d)
DDCBXXEE	SET 5,(IX+d)
DDCBXXF6	SET 6,(IX+d)
DDCBXXFE	SET 7,(IX+d)
ED40	IN B,(C)
ED41	OUT(C),B
ED42	SBC HL,BC
ED43XXXX	LD(NN),BC
ED44	NEG
ED45	RETN
ED46	IM 0
ED47	LD 1,A
ED48	IN C,(C)
ED49	OUT(C) ,C
ED4A	ADC HL,BC
ED4BXXXX	LD BC,(NN)
ED4D	RET1
ED50	IN D,(C)
ED51	OUT(C),D
ED52	SBC HL,DE
ED53XXXX	LD(NN),DE
ED56	IN 1
ED57	LD A,1
ED58	IN E,(C)
ED59	OUT (C),E
ED5A	ADC HL,DE
ED5BXXXX	LD DE,(NN)
ED5E	IM 2
ED60	IN H,(C)
ED61	OUT(C),H
ED62	SBC HL,HL
ED67	RRD
ED68	IN L,(C)
ED69	OUT(C),L
ED6A	ADC HL,HL
ED6F	RLD
ED72	SBC HL,SP
ED73XXXX	LD(NN),SP
ED78	IN A,(C)
ED79	OUT(C),A
ED7A	ADC HL,SP
ED7BXXXX	LD SP,(NN)
EDA0	LDI
EDA1	CPI
EDA2	INI
EDA3	OUTI
EDA8	LDD
EDA9	CP0
EDAA	IND
EDAB	OUTD
ED80	LDIR
ED81	CPIR
ED82	INIR
ED83	OTIR
ED88	LDDR
ED89	CPDR
ED8A	INDR
ED8B	OTDR
ED09	ADD IV,BC
ED19	ADD IV,DC
ED21XXXX	LD IV,NN
FD22XXXX	LD(NN),IV
FD23	INC IY
FD29	ADD IY,IY
FD2AXXXX	LD IY,(NN)
FD2B	DEC IY
FD34XX	INC(IY+d)
FD35XX	DEC(IY+d)
FD36XX20	LD(IY+d),N
FD39	ADD IY,SP
FD46XX	LD B,(IY+d)
FD3EXX	LD C,(IY+d)
FD56XX	LD D,(IY+d)
FD5EXX	LD E,(IY+d)
FD66XX	LD H,(IY+d)
FD6EXX	LD L,(IY+d)
FD70XX	LD (IY+d),B
FD71XX	LD (IY+d),C
FD72XX	LD (IY+d),D
FD73XX	LD (IY+d),E
FD74XX	LD (IY+d),H
FD75XX	LD (IY+d),L
FD77XX	LD (IY+d),A
FD7EXX	LD A,(IY+d)
FD86XX	ADD A,(IY+d)
FD8EXX	ADC A,(IY+d)
FD96XX	SUB(IY+d)
FD9EXX	SBC A,(IY+d)
FDA6XX	AND (IY+d)
FDAEXX	XOR (IY+d)
FDB6XX	OR (IY+d)
FDBEXX	CP (IY+d)
FDE1	POP IY
FDE3	EX (SP), IY

HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC
FDE5	PUSH IY				
FDE9	JP (IY)				
FDF9	LD SP,IY				
FDCBXX06	RLC(IY+d)				
FDCBXX0E	RRC(IY+d)				
FDCBXX16	RL(IY+d)				
FDCBXX1E	RR(IY+d)				
FDCBXX26	SLA(IY+d)				
FDCBXX2E	SRA(IY+d)				
FDCBXX3E	SRL(IY+d)				
FDCBXX46	BIT 0,(IY+d)				
FDCBXX4E	BIT 1,(IY+d)				
FDCBXX56	BIT 2,(IY+d)				
FDCBXX5E	BIT 3,(IY+d)				
FDCBXX66	BIT 4,(IY+d)				
FDCBXX6E	BIT 5,(IT+d)				
FDCBXX76	BIT 6,(IY+d)				
FDCBXX7E	BIT 7,(IY+d)				
FDCBXX86	RES 0,(IY+d)				
FDCBXX8E	RES 1,(IY+d)				
FDCBXX96	RES 2,(IY+d)				
FDCBXX9E	RES 3,(IY+d)				
FDCBXXA6	RES 4,(IY+d)				
FDCBXXAE	RES 5,(IY+d)				
FDCBXXB6	RES 6,(IY+d)				
FDCBXXBE	RES 7,(IY+d)				
FDCBXXC6	SET 0,(IY+d)				
FDCBXXCE	SET 1,(IY+d)				
FDCBXXD6	SET 2,(IY+d)				
FDCBXXDE	SET 3,(IY+d)				
FDCBXXE6	SET 4,(IY+d)				
FDCBXXEE	SET 5,(IY+d)				
FDCBXXF6	SET 6,(IY+d)				
FDCBXXFE	SET 7,(IY+d)				

APPENDICE L

ISTRUZIONI PER L'USO DELLA CASSETTA

La cassetta allegata contiene i due programmi monitor presentati nel libro (EZCODE e HEXLOAD) ed il programma FROG completo.
A questi programmi sono poi stati aggiunti i vari moduli separati, che compongono il programma FROG, con i relativi programmi di prova in modo che, volendo, possiate utilizzarli nel corso della progettazione.
Vi consigliamo comunque di usare solo i programmi monitor "EZCODE" e "HEXLOAD" e di provare invece a costruire da soli, seguendo il libro e utilizzando delle vostre cassette vergini, il programma FROG passo dopo passo. Avrete cosi' la soddisfazione, terminato il lavoro, di giocare con un programma costruito con le vostre mani.
Vi diamo ora una breve descrizione di ciascuno dei programmi contenuti nella cassetta con le indicazioni per il loro uso corretto.

Programma monitor EZCODE

Con questo programma potete costruire moduli composti al piu' da 800 bytes. L'indirizzo di caricamento deve essere superiore a 31499.

Edit di linea: ogni linea deve iniziare con (numero linea) e spazio. Il contenuto di una linea deve essere scritto in formato esadecimale e contenere al piu' 4 bytes. Una linea vuota provoca la cancellazione di quanto scritto precedentemente nella linea stessa. Nelle istruzioni di SALTO (relativo o assoluto) potete riferirvi direttamente al numero di linea voluto (cfr. il libro per ulteriori chiarimenti). Ad esempio, JR LINEA 4 verra' scritto come 18 14: notate l'uso della lettera "l" per indicare che 4 e' un numero di linea.

Comandi: "dump" costruisce il programma oggetto, che verra' posto in memoria nell'area da voi specificata pronto per l'esecuzione, che potete lanciare con "run"; "exit" rilascia il programma monitor e restituisce il controllo al BASIC; "list" seguito da un numero di linea visualizza venti linee del programma sorgente, a partire da quella indicata. Se non viene indicato nessun numero di linea, la visualizzazione parte dalla prima linea; "load" carica un modulo da cassetta; "mem" permette di visualizzare il contenuto delle locazioni di memoria desiderate; "new" cancella il modulo corrente e riinizializza il programma monitor; "save" permette di salvare su cassetta, a scelta, o il programma sorgente o il programma oggetto.
Per far ripartire il programma EZCODE potete usare o RUN (nel qual caso vengono riinizializzate tutte le variabili) o il comando GOTO 2020.
I numeri di linea ed i riferimenti ad essi devono essere in formato decimale, mentre le istruzioni devono essere in formato esadecimale.

Programma monitor HEXLOAD

E' un programma piu' piccolo, rispetto a EZCODE, e posiziona il RAMTOP a 26999. Pertanto potrete caricare i vostri moduli a partire da 27000. Le sue funzioni sono: "SCRITTURA" in memoria di codici esadecimali: "CARICAMENTO" di moduli da cassetta: "CONSERVAZIONE" di moduli su cassetta: "VISUALIZZAZIONE" di locazioni di memoria: "SPOSTAMENTO" di blocchi di dati all'interno della memoria stessa.
Per far partire il programma battere RUN (ENTER).

Programma FROG

Contiene l'intero codice macchina relativo al gioco della rana che attraversa la strada. Il programma occupa le locazioni da 6978H a 781DH (in decimale da 27000 a 31005).
Per caricare il programma da cassetta battere: LOAD "" CODE (ENTER).
Per lanciarne l'esecuzione battere: LET L=USR 27000.

Controlli: "I" per salire, "A" per scendere, "I" per muoversi da destra a sinistra e "P" da sinistra a destra. Per far suonare la sirena della polizia battere (ENTER). Lo stesso tasto disabilita la sirena se questa e' in funzione. Per far interrompere il programma battere (BREAK).

MODULI DEL PROGRAMMA FROG

Dato che tutti i moduli sono scritti in codice esadecimale, usate il programma HEXLOAD per caricarli.

Fase 1
I dati relativi a questa fase sono contenuti nel modulo "frog" che deve essere caricato a partire da 27055 fino a 28504.
Il modulo e' formato dai seguenti data base:
"shpdb" da 27055 a 28040, 986 bytes, checksum 79197.
"objdb" da 28289 a 28428, 140 bytes, checksum 7697.
"gendb" da 28429 a 28504, 76 bytes, checksum 4818.

Fase 2
Caricare "init" da 28547 a 30747 (2201 bytes).
Caricare "test2" a partire da 32000 e battere LET L=USR 32000 (ENTER) per testare il modulo.
Dovreste vedere i bordi della strada e 5 rane allineate in basso a sinistra.
Salvate il contenuto delle locazioni da 27005 a 30747 su una vostra cassetta, sotto il nome di "frog".

Fase 3
Caricate "regtrf" da 28861 a 30685 (1824 bytes).
Caricate "test3" e battete LET L=USR 32000 (ENTER) per provare il modulo. Vedrete il traffico scorrere velocemente nei due sensi.
Salvate da 27055 a 30747 su una cassetta come "frog".

Fase 4
Caricate "police" da 29514 a 29889 (376 bytes).
Caricate "test4" e battete LET L=USR 32000 (ENTER) per testare il modulo. Vedrete ora anche l'auto della polizia con la sirena.
Salvate da 27055 a 30747 come "frog".

Fase 5
Caricate "frgrtn" da 29890 a 30574 (685 bytes).
Testate il programma caricando "test5" e battendo LET L=USR 32000. Dovreste riuscire a far muovere la rana e a vedere il punteggio sui video.
Salvate da 27055 a 30747 come "frog".

Fase 6
Caricate "frgctrl" e collegatelo a "frog" a partire da 27000. Avete cosi' completato il programma. Salvate tutto (da 27000 a 30747) sotto il nome di "frog" e otterrete lo stesso programma da voi registrato sotto il nome di "FROG". Buon divertimento!

Se vi sentite frustrati per le limitazioni del BASIC e vorreste scrivere programmi o routines più veloci, più potenti e che non occupino troppo spazio in memoria, questo libro fa per voi. Anche se non avete avuto finora alcuna esperienza nell'uso di linguaggi di tipo Assembler, questo libro vi metterà in grado di apprezzare e utilizzare vantaggiosamente le potenzialità del linguaggio macchina dello Spectrum.
Ogni capitolo contiene esempi esplicativi sull'uso di tutte le istruzioni del linguaggio macchina e semplici esercizi che potrete risolvere costruendo semplici programmi da caricare sul vostro Spectrum.
In particolare l'ultima parte del volume è dedicata alla progettazione e alla realizzazione di un divertente programma: il gioco della rana che attraversa la strada ("FREEWAY FROG"). Di tale programma viene presentato nel libro il listato completo sia del codice macchina che del codice Assembler.
Al volume infine è allegata una cassetta contenente due programmi BASIC ("EZCODE" e "HEXLOAD") che vi permetteranno di scrivere, caricare, salvare ed eseguire programmi in linguaggio macchina. Sulla stessa cassetta inoltre è stato registrato il codice oggetto completo del programma Freeway frog ("FROG") e di tutti i moduli che lo compongono.

Cod. 9000 **L. 25.000**